

SOCIETATEA
POLITEHNICĂ DIN ROMÂNIA
BIBLIOTECA

Nr. 3139

Locul 17a

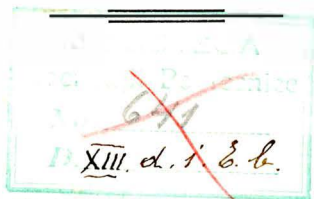
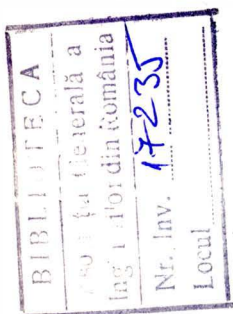
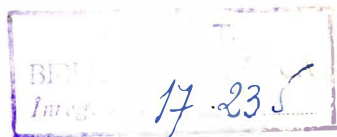




BULETINUL SOCIETĂȚII POLITECNICE

ANUL XXXVII

1923



Art. 34 din Statute: Societatea nu este răspunzătoare de părerile autorilor articolelor publicate în buletinele sale.

REDACȚIA BULETINULUI: BUCUREȘTI, STRADA EPISCOPIEI, No. 2

Comitetul Societății Politecnice

PE ANUL 1923

Președinte de onoare :

OLĂNESCU C.

Membru de onoare al Comitetului :

Decedat

Președinte :

ȘTEFĂNESCU N. P.

Vice-Președinți :

Ionescu I. și Popescu Gh.

Casier :

Athanasescu Th. M.

Secretari :

Ghica Șerban, Bușilă Ion și Manoiilescu M.

Membrii în Comitet :

Bușilă C.

Balș Th.

Balș Gh.

Cercez Cr. N.

Mirea St.

Filipescu Em. G.

Ioachimescu A. G.

Mihalache I.

Mereuță P. C.

Pretorian St.

Radu E.

Țițeica Gh.

Voiculescu V.

Zanne N.

Cenzori :

Cercez Crist. N., Ioachimescu A. G. și Voiculescu V.

Comitetul de Redacție al Buletinului :

Redactori: **Filipescu G. și Ionescu I.**

Secretari de Redacție: **Gavrilescu Ramiro, Popescu Ion
și Stan Dumitru.**

COMISIUNEA PERMANENTĂ A LOCALULUI :

Președinte :
OLĂNESCU C.

Vice-Președinți :

Brătianu V. I.
Pangrati Er. A.

Saligny A.
Zanne N.

Casier :
Popescu G.

Secretari :
Georgescu N. și Ghlea Șerban.

Membrii :

Antonescu P.
Bușilă C. D.
Casimir Al.
Cottescu A.

Ioachimescu A. G.
Ionescu I.
Radu E.
Ștefănescu N. P.

Membrii Societății Politehnice

1. **Abasohn Ernest** (19.2.1922), Inginer la Direcțiunea Generală de Studii și Construcții, Asistent la Școala Politehnică
București, str. Justinian, 18.
2. **Aisinman Simion** (23.2.1907), Doctor; Administrator delegat al Societății anonime Petrol Blok.
București, str. Carol 107.
3. **Akerman Tobias**, 25.4.1920), Inginer-Consulent.
București, Calea Victoriei, 144.
4. **Alexandrescu Al. P.**, (7.12.1908), Inginer-șef; Director în Ministerul Comunicațiilor; Profesor la Șc. spec. de Geniu.
București, str. Parfumului, 9.
5. **Alexandrescu Basile** (7.12.1908), Inginer; Inspector general în Ministerul Muncii și Ocrotirilor Sociale.
București, str. Virgiliu, 53.
6. **Alexandrescu Th. I.**, (7.11.1908), Inginer; Directorul Manu-facturei de tutun Belvedere.
București, Fabrica de tutun.
7. **Alexandrescu Nicolae Gh.**, (3.12.1906), Inginer-șef; Direc-tor Mișcare C. F. R.
București, str. Vasile Lupu, 2, bis.
8. **Alexandrescu Themis V.**, (18.3.1915), Inginer; Inspector principal Direcția C. F. R. Servic. A.
București, str. G. C. Cantacuzino, 16
9. **Alexandrescu Th. Dumitru**, (9.2 1912), Inginer; Inspector principal la C. F. R.
București, str. Basarabiei, 23.
10. **Alimănișteanu V.**, (24.2.1910), Inginer de mine și Electrician; Director General al Soc. «Lignitul»; Administrator delegat: «Creditul Minier», «Petrol Românesc», «Petrol-Govora» etc.
București, str. Armenească, 22.
11. **Alinescu C.**, (25.4.1920), Inginer; Sub-șef de secție C. F. R.
București, str. Inginer Hârjeu, 5.

12. **Anastasiade I. C.**, (5.12.1904), Inginer-șef Director de serviciu Regionala Timișoara. Serviciul de Întreținere C. F. R. Timișoara.
13. **Andrei Ștefan** (19.2.1922, Inginer, Subdirector special în Direcțiunea specială a Atelidelor și Materialului rulant C. F. R. București, Gara de Nord.
14. **Andriescu-Cale I. C.**, (26.1.1914), Inginer. Directorul serviciului Technic Primăria Iași. Iași, str. Lascar Catargiu, 20.
15. **Antonescu Petre**, (7.12.1903) Arhitect; membru în Consiliul Technic Superior; Profesor de Arhitectură românească la Școala de arhitectură; Membru în Comisia monumentelor istorice. București, Splaiul Mihai-Vodă, 6.
16. **Antoni Al.**, (7.3.1884), Inginer Inspector general; Subdirector general la C. F. R., Membru în Consiliul technic superior. București, str. General Berthelot, 85.
17. **Antoni Șt.**, (29.12.1885), Inginer Inspector general; Directorul fabricii Lessel. București, Calea Plevnei, 195.
18. **Apostolescu I. Ion**. (18.3.1914), Inginer; Șeful serviciului de exploatare C. F. R. Chișinău. Gara Chișinău.
19. **Arapu Ion I.**, (3.12.1906), Inginer; Director la fabr. «Sylva» Profesor la Școala Politehnică. București, str. Donici, 30, Telefon ¹⁵/₅₁.
20. **Arbore I.**, (16.2.1894), Inginer-șef, Șef de serviciu în Direcțiunea de construcții de Căi ferate din M. L. P. București, str. Maior Ene, 2.
21. **Arnou Emile L.**, (1.6.1894), Inginer șef al Eforiei Spitalelor Civile. București, str. Polonă, 35.
22. **Arsenescu Aurelian**, (12.1.1903) Inginer; Subdirectorul general al Telegrafelor, Poștelor și Telefoanelor. București, str. Anton Pan, 23.
23. **Atanasescu Th. M.**, (6.12.1909), Inginer șef în serviciul atelierelor C. F. R., Profesor la Școala specială de Geniu și școala de Conducători de Lucrări Publice. București, str. Popa-Iatru No. 71. etaj III.
24. **Athanasescu Șt.**, (30.4.1906), Inginer, Șeful Servic. Technic al jrd. Gorj. Tg.-Jiu, str. Unirei, 68.
25. **Athanasiu Leonida**, (6.12.1915), Dr.-Inginer; Inspectorul Atelierelor C. F. R. Brașov, Hotel Coroana.

26. **Bădescu Fabiu Alexandru**, (5.4.1889). Inginer-șef; Directorul general al Soc. comunale a Tramvaielor București.
București, str. Olari, 15.
27. **Bădescu Luca**, (19.2.1922). Inginer la Societatea comună de Tramvaie București.
București, str. Olari. 15.
28. **Băiatu Dimitrie**, (7.12.1914), Inginer Inspector general al atelierelor C. F. R. București-Grivița.
București, Aleia Blank B. No. 6.
29. **Baiulescu Romulus**, (3.4.1891) Inginer inspector general; Directorul general al Construcțiilor de Căi Ferate din Ministerul Lucrărilor Publice.
București, str. Frumoasă, 3.
30. **Balasinovici Eug. I.**, (30.6.1904), Inginer șef, Director general al Minelor.
București, str, Luigi Cazzavilan, 9.
31. **Bălășescu Iosif**, (23.2 1907), Inginer; Inspector de tracțiune la C. F. R. din Constanța.
Constanța.
32. **Bălea Ion**, (30.6.1916), Inginer, conducător al șantierului «Inginer I. D. Popovici», Creditul Tehnic.
Galați, str. Carol 25.
33. **Balinschy I.**, (6.12.1909), Inginer șef. Directorul atelierelor C. F. R. Nord. Conferențiar la școala Politehnică.
București, str. Miron Costin 4 bis.
34. **Balș Gh.**, (10.9.1909), Inginer Membru al Comisiei Monumentelor istorice.
București, str. Buzești, 100.
35. **Balș V. Teodor**, (16.12.1892), Inginer, Director de serviciu la C. F. R.
București, str. Sevastopol, 12.
36. **Bălțeanu Corneliu**, (15.12 1891), Inginer Inspector general; Director la «Creditul Tehnic».
București, str. Șincail, 35.
37. **Bănărescu Marin**, (24 1.1916) Inginer C. F. R.
T-Severin.
38. **Bănescu D.**, (12.1.1891) Inginer Inspector general; Director în Direcția generală de Poduri și Șosele.
București, str. Popa Petre, 14.
39. **Bărbăcioru C. R.**, (15.12.1891), Inginer șef al șantierului societății «Steaua Română».
Câmpina.
40. **Barberis Iosif**, (3.4.1894). Inginer șef, Șef de serviciu C. F. R.
Gara Chișinău Basarabia.
41. **Bedreag Gh. Șt.**, (6.3.1906), Inginer șef, Directorul Șantierului de construcțiuni navale din Turnu-Severin.
Turnu-Severin.

42. **Beleş Aureliu**, (31.12.1882), Inginer Inspector general.
Bucureşti, str. Regală, 12.
43. **Beleş Ion A.**, (9.12.1912), Subdirector în administraţia centrală a Ministerului Lucrărilor Publice, Asistent la Scoala Politehnică din Bucureşti.
Bucureşti, str. Regală, 12.
44. **Beleş A. Aurel.**, (18.3.1915), Inginer.
Bucureşti, str. Regală, 12.
45. **Benzi Pio**, (24.2.1910), Inginer Şef, Inspector C. F. R.
Constanţa, str. Traian, 35.
46. **Bodnărescu M. V.**, (2.12.1907), Inginer, Director tehnic la Soc. I. R. D. P.
Bucureşti, str. Lascar Catargiu, 17.
47. **Boldur Epureanu N. N.**, (24.1.1916), Inginer ataşat la Direcţiunea Generală a C. F. R. Uzinele «Skoda» Cehoslovacia.
48. **Borcea A. E.**, (1.12.1915), Inginer ; Director la Roumanian Trading, Ce. Inc.
Bucureşti, str. Temişanei 14.
49. **Botez T. I.**, (16.2.1894), Inginer şef ; Director de serviciu C. F. R.
Bucureşti, str. Bateriilor, 2 A.
50. **Botez I. Eugeniu**, (24.4.1916), Inginer ; Direcţiia Serviciului de ateliere C. F. R.
Bucureşti, str. Inginer Zablovski, 25.
51. **Brancovici M. Emil**, (30.1.1921), Inginer-chimist ; Profesor la Academia de înalte studii comerciale şi industriale ; Director general al Soc de asigurare «Agricola».
Bucureşti, str. Lucaci, 21.
52. **Brăescu Ernest**, (31.12.1882), Inginer inspector general.
Paris, Avenue de l'Observatoire.
53. **Brătescu I. N.**, (2.6.1902), Inginer ; Antreprenor.
Bucureşti, str. Maria Roseti, 35.
54. **Brătianu C. I. C.**, (19.9.1894), Inginer de mine ; Director al «Creditului funciar rural».
Bucureşti, str. Dorobanţi, 22.
55. **Brătianu Ion I. C.**, (7.1.1890), Inginer ; Preşedintele Consiliului de Miniştri.
Bucureşti, str. Lascar Catargiu, 5.
56. **Brătianu Vintilă I. C.**, (19.9.1892), Inginer ; Ministru de Finanţe.
Bucureşti, str. Aurel Vlaicu, 19.
57. **Bruckner Victor Em.**, (7.12.1903), Inginer şef ; Subdirector la C. F. R.
Bucureşti, str. Scaune, 33.
58. **Bucşeneanu Nicolae**, (26.1.1914), Inginer.
Târgovişte, str. Berzei, 8.

59. **Budéanu I. C.**, (5.6.1911), Dieector tehnic și prim Director al societății «Electrica»: Conferențiar al Școalei Politehnice din București.
București, str. Berzei, 45.
60. **Budeseu R. Alex.**, (19.2.1922), Inginer constructor la Soc. anonimă «Clădirea Românească».
București, Splaiul Cogălniceanu, 33.
61. **Budișteanu Petre C.** (16.2.1894), Inginer șef; Șef de Divizie în Serviciul Hidraulic.
București, str. Occident, 19.
62. **Budu Petre**, (6.3.1909), Inginer șef; Șef de Divizie în Direcțiunea de studii și construcțiuni M. L. P.
București, str. Esculap, 2.
63. **Buescu Șt. Em.**, (15.12.1904), Inginer-șef; Inspector principal în Serviciul conductei de petrol C. F. R.
București, str. Brezoianu, 29.
64. **Buicliu I. G.**, (1.12.1913), Lt.-col. de artilerie, inspector de studii, Profesor la școala specială de artilerie din Temișoara, și la școala Politehnică din Temișoara.
Temișoara, Școala specială de Artilerie.
65. **Bujoiu I. Elie**, (7.1.1890), Inginer inspector general; Subdirector al Dir. Construcțiunilor de Căi ferate.
București, str. Zefirului, 14.
66. **Bujoreanu Nicolae**, (1.12.1913), Inginer, Inspector principal în Serv. podurilor C. F. R.
București, str. General Budișteanu, 12—14.
67. **Bunescu D. Al.**, (30.1.1921), Inginer, Directorul atelierelor mecanice F. C. S.
București, str. Progresului, 4. etaj, Telefon 53/49.
68. **Buradescu Tr.**, (25.4.1920), Inginer; Subșef de secție la Serv. întreținere C. F. R.
Craiova, str. Cuza-Vodă, 85.
69. **Busuioc C.**, (5.12.1899), Inginer șef; Sub-director special la C. F. R.
București, str. Popa Tatu, 3.
70. **Bușilă Constantin D.**, (19.6.1904), Inginer; Profesor la Școala Politehnică din București.
București, str. Matei Millo, 2 bis, Telefon 1/45.
71. **Bușilă Ioan G.**, (9.2.1912), Inginer; Șef de serviciu principal cl. I în Direcția Aviației din Ministerul Comunicațiilor; Asistent la Școala Politehnică din București.
București, str. Esculap, 6 bis.
72. **Cair D.**, (6.3.1905), Inginer.
București, str. Clucerului, 25 A.
73. **Calianu Ioan**, (24.1.1916), Inginer; Directorul Minelor și Uzinelor Metalurgice din Ministerul Industriei și Comerțului.
București, str. Dorobanți, 4.

74. **Cambureanu V.**, (6.3.1909), Inginer ; Șef de serviciu la C.F.R.
Iași, str. Sf. Sava, 16.
75. **Cantuniari Nicoiae Gh.**, (3.12.1895), Inginer șef; Șef de
serviciu la C. F. R.
București, str. Șincai. 35 bis.
76. **Cantuniari St. N.**, (13.1.1910), Doctor Geolog, Geolog șef
la Institutul Geologic al României.
București, șoseaua Kiseleff, 2.
77. **Cantuniari Ion**, (9.2.1912), Inginer ; Inspector principal în
Direcțiunea atelierelor C. F. R.
București, Calea Griviței 176.
78. **Capriel Dicran**, (1.12.1896), Inginer-Antreprenor.
Galați, str. Democrației, 37.
79. **Capriel Iosef A.** (5.12.1899), Inginer-șef.
București str. Vissarion, 5.
80. **Capsa Gheorghe C.** (7.12.1903), Inginer, Directorul fabr. de
Zahăr.
București-Chitila.
81. **Caracostea Gh.**, (3.3.1888), Inginer inspector general; Direc-
tor al serviciului Comercial C. F. R.
București, str. Vodă Caragea, 6.
82. **Carcalechi Sergiu**, (30.6.1904), Inginer inspector general ;
Membru în Consiliul tehnic superior.
București. calea Moșilor 315.
83. **Carp, Gh.**, (3.1.1895), Inginer inspector general ; Directorul
Navigațiunei fluviale române.
Galați, str. Mihai-Bravu, 20.
84. **Carp B.**, (2.2.1899) Inginer inspector general. Directorul ser-
viciului de tracțiune C. F. R.
Iași, str. Anastasie Panu, 7.
85. **Casimir Gr.**, (14.4.1888), Inginer inspector general.
București, str. Piata Amzei, 5.
86. **Casasovici Corneliu**, (24.1.1916), Inginer, Profesor, Industriaș.
București, str. Maior Ene, 10.
87. **Casseti Iosif**, (1.11.1896), Inginer șef ; Directorul Școlii su-
perioare de Meserii din Iași.
Iași.
88. **Catz Jaques**, (1.12.1896), Inginer ; Industriaș.
București, Hotel Athénée Palace.
89. **Cazacu C. N.**, (25.4.1920), Inginer ; Șef de secție C. F. R.
Gara Basarabeasca, Basarabia.
90. **Ceaicovschi Eugen I.**, (16.2.1896), Inginer șef ; Subdirector
General de studii, Construcțiuni și ape din Ministerul Lu-
crărilor Publice.
București. str. Rumeoară, 5.
91. **Cerchez Gr.**, (fondator), Inginer inspector general ; Profesor
la școala Politehnică și la școala de Arhitectură.
București, str. Mercur, 4.

92. **Cerchez Nicu**, (fondator), Inginer.
București, str. Mercur, 4.
93. **Cerchez Crist. N.**, (3.12.1893), Inginer inspector general ;
Directorul Serviciului de Studii și Construcțiuni din Mi-
nisterul Lucrărilor Publice.
București, str. Speranței, 44.
94. **Cernătescu A. Em.**, (15.12.1918), Inginer ; Subdirectorul Di-
recției Regionale a R. M. S. Iași.
Iași, str. Păcurari, 33.
95. **Chiricuță D. Anton**, (6.11.1905), Inginer șef, Șef de Serviciu
în Direcțiunea serv. Hidraulic.
București, Calea Șerban-Vodă. 26.
96. **Chiriac Nicolae**, (19.2.922), Inginer, Serviciul Hidraulic, Di-
vizia Dragaje.
Giurgiu, str. Calomfirescu, 1.
97. **Chiru V.**, (6.11.1905), Inginer, Construcții civile.
București, str. Dorobanți, 27.
98. **Chițulescu I.**, (19.2.1922), Inginer în Direcțiunea specială a
Atelierelor și Materialului rulant C. F. R.
București, Gara de Nord.
99. **Cihodariu C.**, (1.12.1896), Inginer Antreprenor.
București, B-d Principele Mircea, 7.
100. **Ciobanu V.**, (26.1.1914), Inginer, Sub Administratorul Do-
curilor din Brăila.
Brăila. str. Bastione, 8.
101. **Ciocâlteu P.**, (9.3.1896), Inginer inspector general ; Director
la Consiliul Technic Superior.
București, str. Sf. Constantin, 10.
102. **Cioc Mihail**, (6.12.1906), Inginer ; Director la «Creditul
Technic».
București, str. Marconi. 3.
103. **Ciogolea C.**, (30.4.1906), Inginer ; Arhitect ; Șeful Servic.
Constr. «Clădirea Românească».
București, str. 11 Februarie, 12.
104. **Ciolan Mihail**, (30.1.1921), Inginer ; Șef de secție în Di-
recția Căilor ferate particulare din Ministerul Comunica-
țiilor.
București, str. Vasile Alexandri, 10.
105. **Ciortan Statie**, (26.1.1914). Arhitect ; Profesor la Școala
Superioară de arhitectură ; Director General al Arhitecturii
în Ministerul de Finanțe.
București, str. Brezoianu, 12.
106. **Cireșeanu D.**, (14.1.1888), Inginer-șef ; Șeful Serviciului
Technic al județului Prahova.
Ploești, str. Justiției, 40.
107. **Ciumeti Sterie G.** (1.12.1913), Inginer șef ; Șeful Serviciului
Tecnic al jud. Ilfov.
București, str. Foca, 2.

108. **Coandă P.**, (7.12.1914), Inginer Șef de Șantier.
București, Bulev. Lascar Catargiu 39.
109. **Codreanu N. Bossie**, (15.12.1918), Inginer; Director Regional C. F. R.
Chișinău, str. Renilor, 65. (Basarabia)
110. **Comănescu Corneliu**, (2.2.1899), Inginer-șef, Sub Director, Direcțiunea III Regională C. F. R.
Brașov str. Principele Carol, 21.
111. **Constantinescu Apostol**, (1.12.1896), Inginer șef; Sub-Directorul Navigațiunii fluviale române; Șeful Serviciului Docurilor.
Galați, str. Holban, 9.
112. **Constantinescu Gogu**, (15.12.1904), Inginer; Directorul Societății «Sonica».
București Bulev. Carol. 9.
113. **Constantinescu Mihail N.**, (9.2.1912), Inginer de Mine, Administrator Delegat la «Creditul Minier».
București, str. Gh. Cantacuzino, 16, Telefon 12/17.
114. **Constantinescu N. M.**, (15.12.1905), Arhitect
București, str. Popa-Tatu, 4.
115. **Constantinescu N.**, (27.5.1893), Inginer șef. Directorul Serviciului de tracțiune C. F. R.
Buturești, str. General Dona, 9.
116. **Constantinescu Petre**, (25.4.1920). Inginer.
București, str. Popa Savu, 55.
117. **Constantinescu Tancred**, (7.12.1897), Inginer Inspector general. Directorul general al C. F. R.
București, str. Alea Vulpache, 7. (Parcul Filipescu)
118. **Corban Chiriac**, (4.12.1895), Inginer-șef. Pensionar.
Iași, str. Carol 8. bis.
119. **Cosminski N. Mihail**, (9.12.1912), Inginer; inspector principal la C. F. R.
București, str. Francmazonă, 32.
120. **Cosmovici Al.**, (15.4.1904), Inginer inspector general; inspector al Căilor Ferate particulare din Minist. Lucr. Publ.
București, șoseaua Bonaparte, 6.
121. **Costandache C.**, (18.3.1915), Inginer; Antreprenor.
București. str. Romană, 76.
122. **Costandache I.**, (18.3.1915), Inginer; Subdirector la Primăria: comunei București.
București, str. Romană, 76.
123. **Costinescu G. Nicolae**, (7.12.1903), Inginer-șef; Antreprenor de lucrări publice și particulare.
București, str. Ștefan Mihăileanu. 49.
124. **Costinescu Dan**, (6.12.1909), Inginer; Director tehnic al Fabricii de hârtie «Letea».
Fabrica «Letea», Bacău.
125. **Costinescu N.**, (30.6.1916), Inginer.
București, str. Polonă, 4.

126. **Cotârță Ion**, (26.1.1916), Inginer; Șef de Secție în Direcțiunea Construcțiilor de Căi ferate
Com Chișinău, jud. Arad.
127. **Cotovu Virgil**, (30.6.1916), Inginer; Șef de secție la Serviciul Porturilor Maritime.
Portul Constanța.
128. **Cotteseu Al.**, (31.12.1882), Inginer inspector general.
București, str. Luminei, 23.
129. **Christea Constantin**, (7.12.1908), Inginer șef; Subdirector special în Direcția Construcțiilor și consolidărei Podurilor C. F. R.
București, str. General Budișteanu 12-14.
130. **Christodorescu Zamfir**, (1.3.1892), Inginer inspector general.
București, str. Vodă-Caragea, 6.
131. **Christodulo Ath. Ioan**, (10.1.1897), Inginer; Inspector Principal în Direcția specială a Serviciului Conductei de Petrol C. F. R.
București, str. Stupinei, 2.
132. **Christodulo St.**, (16.2.1894), Inginer-șef; Direcțiunea VI de Poduri și șosele din Chișinău.
Chișinău, str. Pușkin, 26.
133. **Cristescu Vasile**, (5.12.1893), Inginer Inspector general; Directorul Serviciului tehnic în Direcția de Construcții de Căi Ferate M. L. P.
București, str. 11 Februarie, 2.
134. **Cristescu Sever**, (10.9.1919), Inginer la Societatea «Creditul Technic».
București, Aleea Sebastopol, 25.
135. **Damian David**, (9.12.1912), Inginer; Inspector industrial.
Cluj-Feherbarany.
136. **Dănăilă N.**, (7.12.1914), Profesor de chimie tehnologică la Universitatea din București.
București, Calea Moșilor, 142.
137. **Darvari D.**, (6.5.1897), Inginer.
București, str. Sf. Voivozi, 29.
138. **Darvari M.**, (30.4.1906), General.
T-Severin.
139. **Davidescu Al.**, (14.1.1888), Inginer inspector general; Profesor la Școala Politehnică; Membru în Consiliul tehnic superior.
București, str. Alex. Lahovari, 33.
140. **Davidescu C.**, (15.5.1884), Inginer Inspector general.
București, str. Parfum, 9.
141. **Davidescu Lazăr**, (15.12.1918), Inginer.
București, str. Parfumului 9.
142. **Davidescu N.**, (7.10.1888), Inginer-șef; Industriaș.
București, str. Palade, 59.

143. **Davidescu G. C.**, (19.2.1922), Inginer la soc. Comunală de Tramvae.
București, str. Maidanului, 20 bis.
144. **Deleanu G. T.**, (9.12.1912), Inginer; industriaș.
Galați, str. Sf. Apostoli, 67.
145. **Demetrescu Flaviu-Baldovin**, (30.1.1921), Inginer la Societatea «Edilitatea».
Ploiești, str. Cazărmii, 3.
146. **Demetrescu I. Ion**, (6.3.1905), Inginer-șef, de mine; Director general societatea «Creditul Minier».
București, str. Popa Tatu, 81.
147. **Demetriad Paul G.** (6.3.1905), Inginer-șef; Administratorul Docurilor din Brăila.
Brăila, str. Nicu Filipescu, 10.
148. **Demetrescu I. Ion**, (2.12.1910), Inginer în Direcțiunea generală de Poduri și Șosele.
București, str. Știrbei-Vodă, 109.
149. **Dessilă Virgiliu**, (6.12.1908), Inginer; Directorul băncii centrale de Industrie și Comerț.
Cluj.
150. **Dima Manase**, (5.6.1911), Inginer la «Banca Agrară S. A.» din Cluj.
Cluj, Calea Regele Ferdinand, 36.
151. **Dimitrescu C. I.**, (1.1.1909), Inginer inspector principal serv. întreținerii C. F. R.
București, str. Berzei, 47.
152. **Dimitrescu Anghel**, (12.1.1890), Inginer șef; Director general al Direcțiunii generale de poduri și șosele din Ministerul Lucr. Publ.
București, str. G-ral Berthelot 42.
153. **Dimo Petre**, (22.2.1897), Inginer; Subdirector general în Direcțiunea Generală de Poduri și Șosele.
București, str. Viitor, 11.
154. **Dithmer Hans**, (23.5.1886), Inginer; Consul General al Danemarcei la București.
București, str. Luigi Cazzavillan, 34.
155. **Dobrescu Toma**, (3.12.1895), Arhitect; Avocat; Antreprenor de lucrări publice; Licențiat în drept. Membru în Camera de Comerț și Industrie din București.
București, str. Știrbei Vodă, 146.
156. **Dobrescu I. I.**, (9.2.1912), Inginer; Director Soc. «Aref».
Curtea de Argeș.
157. **Dobrovici Efgraff**, (30.4.1906), Inginer; Antreprenor de lucrări publice.
Galați, str. Mihai Bravu, 26.
158. **Dobrovici Gh. C.**, (6.11.1905), Inginer; Șeful Serviciului tehnic la Banca Națională.
București, str. Sculpturei, 39.

159. **Dona Nicolae**, (19.2.1922), Inginer la Soc. de Asigurări «Generală»
București, calea Griviței, 66
160. **Drăgănescu C.**, (6.12.1909), Inginer șef; Directorul salinei
Ocele Mari.
Ocele Mari, jud. Vâlcea.
161. **Dragu Th.**, (fondator), Inginer inspector general în retragere;
Fost Președintele Societății Politecnice.
București, str. Eminescu. 6.
162. **Drogeanu N.**, (7.2.1897), Inginer șef; Directorul liniei Plo-
ești—Văleni.
București, str. Antim, 32.
163. **Drogeanu Aloman**, (9.12.1912), Inginer, Direcția Serviciului
de Tracțiune C. F. R.
București, str. Artei, 20
164. **Drosescu Ion G.**, (7.12.1914), Inginer; Directorul Atelierelelor
C. F. R. București-Grivița ale Societății «Creditul general
de Comerț și Industrie Inginer Consultant la fabrica Sch-
ramm. Huttli, Schmidt. Topleț, Asistent la școala Politec-
nică.
Telef. 21/9 București, Str. Romană 276 b.
165. **Dumitrescu Arg. Dumitru**, (30.6.1916), Inginer; Inspector
C. F. R. Craiova, str. Dima Popovici, 18,
166. **Dumitrescu N. M.**, (5.12.1910), Inginer; Șef de Divizie în
Direcțiunea de Studii și Construcțiuni.
București, str. Dr. Varnali, 5.
167. **Demetrescu T.**, (25.4.1920), Inginer; Directorul societății
Industriile Ceramice.
Craiova, str. Lipscani, 25.
168. **Dumitriu Gh.**, (20.4.1906), Inginer-Șef; la C. F. R.
București, str. Depărățeanu, 36.
169. **Dunca G.**, (1.11.1903), Inginer.
Buzău, str. Ghiță Dăscălescu, 9.
170. **Emilian D.**, (6.13.1905), Inginer de mine.
București, Str. Dorobanți, 59.
171. **Enacovici Titus**, (3.12.1900), Inginer șef.
București, Aleea Suter, 23—25.
172. **Erbiceanu C. Laurent**, (5.6.1911), Inginer șef; Director al
Serviciului Porturilor Maritime.
Constanța, Bulev. Elisabeta, 52.
173. **Eremie D. Tiberiu**, (6.12.1908), Inginer Antreprenor.
București, str. Stirbei-Vodă, 188.
174. **Etschberger-Etein Arthur**, (8.3.1915), Inginer; Inspector
principal C. F. R. Delegat al Guvernului în Comisiunea
de Repartiție a materialului rulant al fostei Monarchii, din
Viena. București, str. General Angelescu, 95.
175. **Fantoli Cesare**, (30.6.1904), Antreprenor de lucrări publice;
Inginer constructor, și Inginer electro-tecnic.
București, str. Occident, 11 bis.

176. **Fleroiu Grigore**, (24.1.1914), Inginer întreprinzător de lucrări publice.
București, str. Uranus, 37.
177. **Filimon Romulus**, (25.4.1920), Inginer; Subșef de secție la C. F. R. Secția L. 3, Filaret.
București, str. Ocolului, 4.
178. **Filipescu Em. Gh.** (2.12.1907), Inginer; Director la Tramele Comunale; Profesor la Școala Politehnică.
București, str. Vasile Lascar, 212.
179. **Filiti Anton D.**, (30.6.1904), Inginer șef; Subdirector de serviciu la C. F. R.
București, str. Depărăteanu, 23.
180. **Filorian Andrei**, (23.2.1907), Inginer șef; Direcția C. F. R.
București, Calea Griviței, 212.
181. **Florescu Mihail P.**, (30.1.1921), Inginer șef Silvic al Soc. «Creditul Tecnic».
București, str. Al. Orăscu, 9.
182. **Floreșteanu D.**, (26.1.1915), Inginer; subșeful Serviciului de Poduri și Șosele al jud. Tutova.
Bârlad.
183. **Florinescu Paul**, (30.4.1906), Inginer, Șeful Serviciului de Poduri și Șosele al jud. Dorohoi.
Dorohoi, str. Carmen Silva, 91.
184. **Fotino Scarlat**, (25.4.1920), Inginer, Asistent la Școala Politehnică din București. Inginerul Băncii Naționale a României.
București, str. Stupinei, 6.
185. **Fournaraki Leon**, (18.3.1915), Inginer; Administratorul delegat al soc. «Tudor», pentru fabricarea acumulatorilor electrici.
București, calea Dorobanților, 64.
186. **Fridman Angel**, (19.2.1922), Inginer electrotehnic.
București, str. Pitar Moșu, 21.
187. **Gabrielescu C. Aurel**, (13.1.1919), Inginer. Liber profesionist Studii și executări de construcții.
București, str. Viitorului, 92.
188. **Gabrielescu C-tin Emanoil**, (26.1.1914), Inginer; Direcția căilor ferate particulare, Ministerul Comunicațiilor.
București, str. Cantemir, 9.
189. **Gălcă I. Toma**, (15.12.1905), Inginer șef.
București, str. Luigi Cazzavillan, 8.
190. **Gane Gheorghe**, (5.6.1911), Inginer Chimist; Șeful laboratorului de chimie al Institutului Geologic.
București, Alea Sevastopol, 29.
191. **Gavrilăscu Ramiro**, (10.9.1919), Inginer.
București, str. Concordiei, 11.

192. **Georgescu Aurelian P.**, (30.4.1906), Inginer-șef; Subdirector regional la C. F. R.
Craiova, str. Școlii Militare, 28.
193. **Georgescu N. I.**, (9.3.1906), Inginer-șef în Direcțiunea Serviciului îmbunătățirilor funciare din Ministerul de Domenii
București, str. G. D. Pallade, 35.
194. **Georgescu Mircea I.**, (9.12.1912), Inginer; Șef de divizie în Direcțiunea de studii și construcțiuni a M. L. P.
București, str. Viitorului, 89.
195. **Georgescu N. C.**, (6.12.1909), Inginer; Inspector principal de întreținere C. F. R.
Bacău, str. Alexandru-cel-Bun, 3.
196. **Georgescu N. I.**, (24.2.1910), Inginer; Directorul Societății comunale de locuințe eftine
București, calea Griviței, 36.
197. **Gheorgiade Gh.**, (1.12.1913), Inginer; Directorul Societății «Moara Românească».
Brăila, str. Bolintineanu, 8.
198. **Gheorghiu Cleante**, (3.12.1906), Inginer-șef; Subdirectorul Docurilor Galați.
Galați, str. Cuza-Vodă, 73.
199. **Gheorghiu Șt.**, (23.3.1906), Inginer inspector general în retragere.
București, str. General Berthelot, 111.
200. **Gheorghiu I. Șt.**, (5.6.1911), Inginer-șef; Șef de serviciu la Direcția de construcții de căi ferate. Conferențiar la Politehnica din București.
București, str. Dionisie, 94.
201. **Gheorghiu Gh. G.**, (7.12.1914), Colonel; Inginer hotarnic; Comandantul Reg. de Pontonieri.
Brăila, Cazarma reg. de Pontonieri.
202. **Gheorghiu Mihai Șt.**, (1.12.1913), Inginer; Șef de secție în serviciul de întreținere C. F. R.
București, str. Popa Tatn, 26.
203. **Gheorghiu Mircea A.**, (1.12.1913), Inginer, Șef de divizie în Serviciul hidraulic din Direcția generală a Porturilor și Căilor de comunicație pe apă.
București, str. Matei Millo, 9.
204. **Gheorghiu Ion C.**, (1.12.1913), Inginer; Șeful serviciului de Poduri și Șosele al jud. Tecuci.
Tecuci.
205. **Gherman D.**, (6.11.1905), Inginer; Repetitor la Școala Politehnică din București.
București, Bulev. I. C. Brătianu, 51 A.
206. **Ghețu P. Gh.**, (25.4.1920), Inginer; Șeful servic. de poduri și șosele al jud. Suceava.
Fălticeni.
207. **Ghica I. D.**, (23.2.1907), Inginer; Subdirectorul S. M. R.
București, Aleia Sevastopol, 29.

208. **Ghica Șerban**, (15.12.1905), Inginer-șef; Șef de serviciu în Direcțiunea de Construcții de Căi Ferate.
București, str. Romană, 1.
209. **Ghimbășanu Vasile**, (1.12.1913), Inginer; Șef de secție în Serviciul Reconstruirii Podurilor C. F. R.
București, str. Cazărmei, 75.
210. **Ghireoiașu Victor**, (30.4.1906), Inginer-șef; Șeful Serviciului tehnic al jud. Brăila.
Brăila.
211. **Ghițescu M. Nicolae**, (23.2.1907), Inginer; Directorul Băncii Românești, sucursala Sibiu.
Banca Românească, Sibiu.
212. **Gigurtu Ioan**, (7.12.1914), Inginer de mine; Directorul Soc. Române de Industrie și Comerț.
București, str. Romană, 24.
213. **Gottcreau P.**, (31.12.1882), Arhitect.
București, str. Corăbiei, 7.
214. **Grant Ffingham Robert**, (Fondator), Inginer, Antreprenor.
215. **Greceanu Gr.**, (8.1.1892), Inginer; Directorul Așezămintelor Brâncovenești.
București, str. Prudenței, 5.
216. **Greceanu Sc.**, (12.7.1902), Inginer.
Jud. R.-Sărat, satul Topliceni.
217. **Grigorescu C.**, (15.12.1905), Inginer; Antreprenor.
București, str. Plantelor, 42.
218. **Grigorescu Vintilă**, (19.2.1922), Inginer în Atelierele Gri-
vița C. F. R.
București, str. Lăzureanu, 29 A.
219. **Grigoriu Aurel**, (24.2.1910), Inginer; Industriaș și Antreprenor.
București, str. Toamnei, 36.
220. **Guran C.**, (3.4.1883), Inginer șef Pensionar.
Iași, str. Sf. Haralamb, 5.
221. **Gutzu Victor**, (2.2.1889), Inginer.
București, str. Cometa, 49.
222. **Gutzu I. Victor Il-lea**, (25.4.1920), Inginer; Directorul Fa-
bricei de tutun Sf. Gheorghe.
Transilvania.
223. **Haglescu I. Dobrogea**, (25.4.1920), Inginer; Șef de secție
L. 14, C. F. R.
Bazargic.
224. **Hălăceanu I. C.**, (15.12.1905), Inginer-șef; Inspector la CFR
București, str. Prelungirea Berzei, 9.
225. **Haret Enache**, (26.1.1914), Inginer; Șef de Divizie în Di-
recțiunea de Construcții de Căi Ferate.
Huși, str. Cuza-Vodă, 16.

226. **Haret Spiru G.**, (15.12.1918), Inginer; Director de serviciu la Ministerul Comunicațiilor.
București, Aleia Sevastopol, 29. (Apart. IV) Tel. 17/47.
227. **Harlat L. Alex.**, (19.2.1922), Inginer electrician în serviciul tehnic al soc. «Electrica».
București, str. Parfumeriei, 27.
228. **Herman L.**, (5.12.1912), Inginer; Arhitect și Antreprenor.
București, str. Episcopiei, 7.
229. **Hoiescu N.**, (5.6.1911), Inginer-șef; Șeful Serviciului tehnic al județului Roman.
Roman, str. Ștefan cel Mare, 295.
230. **Huch Victor** (9.12.1912), Inginer: Șef de secție la Rafinăria Steaua Română.
Câmpina.
231. **Hudic Filip**, (24.2.1910), Inginer; Șeful serviciului lucrărilor de alimentare cu apă și canalizare ale orașului Bacău.
Bacău, str. Gărei, 18.
232. **Hurmuzescu D.**, (7.12.1914), Profesor la Universitatea din București.
București, str. Cosma, 16.
233. **Iancu Dumitru N.**, (26.1.1914), Inginer; șeful atelierelor C. F. R. Pașcani.
Pașcani.
234. **Iconomu Ion**, (9.12.1912), Inginer în Serviciul Podurilor C. F. R.
București, str. Primăverei, 41.
235. **Ifrim Gh. N.**, (7.12.1914), Inginer; Inspector de mișcare la C. F. R.
Iași, str. Petru Rareș, 10.
236. **Ignat George**, (2.12.1907), Inginer; Directorul Societății Bitumul Matia.
București, str. Toamnei, 42.
237. **Iiescu Pandele**, (22.2.1886), Inginer-șef.
București, str. Columb, 2.
238. **Iiescu Brânceni N.**, (9.12.1912), Inginer Consult.
București, str. Cometa, 23, Tel. 49/33 și 20/79.
239. **Ioachimescu Andrei G.**, (16.2.1894), Inginer-șef; Profesor la Școala Politehnică.
București, str. Buzzești 76.
240. **Ioanovici Aurel**, (9.12.1912), Inginer.
București, str. Silivestru, 53.
241. **Ionescu Andrei**, (3.12.1906), Inginer la Soc. «Edilitatea».
R.-Vâlcea, str. Călărași, 17.
242. **Ionescu P. Corneliu**, (16.3.1905), Inginer-șef; Directorul Docurilor Galați.
Galați, str. Heliade Rădulescu, 16. bis.
243. **Ionescu Gh.** (30.1.1921), Inginer; Șantierul Române dela Dunăre (fost Fernic) din Galați.
Galați, str. Hagi Stoian. 5 bis.

244. **Ionescu I.**, (8.1.1895), Inginer inspector general : Profesor la școala Politehnică din București. Membru corespondent al Academiei Române.
București, str. Călușei, 23.
245. **Ionescu Ioan M.**, (15.12.1904), Inginer-șef ; Subșef de serviciu la C. F. R.
Craiova, str. Cuza-Vodă, 145.
246. **Ionescu P.**, (9.3.1896), Inginer-șef ; Directorul serviciului tehnic și al exploatarei la Direcția Regională R. M. S. din Cluj.
Cluj. str. Șincai, 16.
247. **Ionescu Victor**, (15.12.1905), Inginer-șef.
București, str. Plantelor, 32 bis.
248. **Iosipescu Constantin Gh.**, (26.1.1914), Inginer ; Sub-șef de serviciu în Direcția serviciului Hidraulic.
Galați.
249. **Iotzu Constantin**, (7.12.1914), Arhitect.
București, str. Brutari, 36.
250. **Istrati V.**, (21.2.1886), Inginer inspector general în retragere.
București, str. General Dragalina, 21.
251. **Jijie Adam**, (7.12.1908), Inginer ; Concesionarul apei și electricității din orașul Sulina.
Sulina.
252. **Kivu Niculae I.**, (5.12.1899), Inginer-șef ; Directorul General al Soc. Reconstrucția.
București, str. Isvor, 97.
253. **Kobici Richard**, (3.4.1894), Inginer ; Director al soc. «Auxiliara», Societate anonimă pentru Traficul de Căi Ferate.
București, Bulevardul Maria, 54.
254. **Lahovari Scarlat Gh.**, (3.13.1895), Inginer-șef ; Șef de Divizie în Direcțiunea de Construcții de Căi Ferate.
București, str. Cometa, 26 B.
255. **Lalescu Traian**, (7.12.1908), Doctor în matematici ; Profesor la Școala Politehnică din București și Timișoara ; Profesor la Universitatea din București.
București, str. General Angelescu, 48.
256. **Lazarovici Efrem B.**, (1.3.1908), Inginer-șef ; Sub-director în Direcțiunea de Studii și Construcțiuni.
București, str. Despot Vodă, 6,
257. **Leduncă Gheorghe**, (7.12.1908), Inginer ; Inspector principal la C. F. R.
Pitești, str. Cazărmei, 1.
258. **Leonida Dumitru**, (1.12.1914), Inginer.
București, str. Salcâmi, 11.
259. **Lerner Mauriciu**, (19.2.1922), Inginer în Direcțiunea Aviației din Ministerul Comunicațiilor.
București, str. Olteni, 5.

260. **Letourneur Charles**, (1.6.1894), Inginer-șef; Șeful Serv. de Poduri și Șosele jud. Bacău.
Bacău.
261. **Leurdeanu Gh.**, (16.2.1894), Inginer-șef; Șef de Serviciu în Serviciul Hidraulic, Inginer Hotarnic.
Craiova, str. Petru Rareș, 13.
262. **Lintescu Sava**, (16.2.1894), Inginer-șef; Pensionar C. F. R.
Comuna Poenari, jud. Argeș.
263. **Löbel I. C.**, (15.12.1891), Inginer Antreprenor.
București, str. Dr. Varnali, 22.
264. **Luca Mihail**, (1.11.1913), Inginer; Inspector central tehnic-
cl. I. în Ministerul Muncii.
București, str. Ianzii, 11,
265. **Lucaciu P.**, (6.11.1905), Inginer inspector general; Pensionar.
București, Bulev. Mihail Ghica, 8.
266. **Lniesescu I.**, (6.3.1905), Inginer-șef; Șeful serviciului de Po-
duri și Șosele al județului Romanai.
Caracal, str. Libertății, 25.
267. **Lupan Gr.**, (30 6.1916), Colonel
București, str. Gemeni, 1.
268. **Lupașcu Ioan**, (24.1.1915), Inginer de Mine; Conferențiar la
Universitatea din București.
București, Bulev. Maria, 67 A.
269. **Lupașcu Emanoil**, (24.1.1916), Locot.-Colonel de Artilerie.
București, str. Vasile Conta, 4.
270. **Lupescu Aurel**, (16.2.1894), Inginer-șef; Director în Direc-
țiunea Generală de Poduri și Șosele din M. L. P.
București, str. Romulus, 2 bis.
271. **Macri I.**, (30.4.1914), General.
Bârlad.
272. **Malmarolu D.**, (5.12.1899), Arhitect.
București, str. Șaguna, I.
273. **Măinescu C. G.**, (5.12.1910), Inginer; Șef de Divizie în Di-
recțiunea Generală de Construcții de Căi Ferate.
Constanța, str. Decebal, 26.
274. **Malcoci B. Mihail**, (12.1.1891), Inginer; Profesor la Școala
superioară de Arte și Meserii.
București, str. Sf. Voivozi, 6.
275. **Malcoci Constantin**, (9.2.1913), Inginer-șef; Directorul Ser-
viciului Exploatarei din Direcțiunea Generală a Monopo-
lurilor Statului.
București, str. Fraemazonă, 5.
276. **Manculescu Mihail C.**, (24.1.1916), Inginer; Director de Bancă.
București, Parcul Filipescu, Aleea Alexandru, 26.
277. **Marcu Duiliu**, (7.12.1914), Arhitect-șef; Directorul lucrărilor
de reclădire urbană în M. L. P.; Membru în Consiliul
tehnic superior.
București, str. Clopotarii vechi, 2:

278. **Mărculescu M.**, (26.1.1914), Inginer; Șef de Divizie în Direcțiunea de Construcții de Căi Ferate.
Comuna Ilva Mare, jud. Bistrița-Năsăud.
279. **Mărculescu Ioan**, (26.1.1914), Inginer.
Iași, Bulvardul Carol, 42.
280. **Marcus Maximilian**, (30.4.1907), Inginer; Șeful Serviciului de Construcții al Soc. Generale de Construcții și Lucrări Publice.
București, str. Labirint, 60.
281. **Mareș Teodor S.**, (30.1.1921), Inginer în Direcțiunea de Studii, Construcții de ape M. L. P.
București, str. Militari, 20.
282. **Mareș C. Niculae**, (11.5.1905), Inginer; Antreprenor de lucrări publice.
București, Intrarea Nordului, 3.
283. **Margulies G.**, (9.2.1912) Inginer.
București, str. Fluierului, 12.
284. **Marian Mihail**, (26.1.1914) Inginer; Șeful Serviciului de Poduri și Șosele al județului Dolj.
Craiova.
285. **Marino Niculae N.**, (1.12.1913), Inginer; Șeful atelierelor principale C. F. R. Iași.
Iași, Atelierele C. F. R.
286. **Matak D.**, (fondator), Inginer.
București, calea Victoriei, 159.
287. **Mateescu Dumitru**, (1.12.1913), Inginer; Șef de Secție în Direcțiunea de Construcții de Căi Ferate.
Basarabia, stația Bucovăț
288. **Mateescu Al. Șt.**, (15.2.1914) Inginer; Șef de Divizie în Direcțiunea de Construcții de Căi Ferate.
București, str. Lustrului, 8.
289. **Mateescu Ștefan Șt.**, (6.12.1898), Inginer; Director General al Căilor Ferate electrice «Arad-Podgoria»; Președintele Asociație Intreprinderilor industriale din Arad.
Arad, str. Consistoriului 33.
290. **Mathias Moritz**, (3.12.1895), Inginer; Sub-Director special C. F. R.
București, str. Toamnei, 55.
291. **Maxim A.**, (24.2.1910), Inginer; Antreprenor; Administrator la Soc. «Edilitatea»; Administrator la Soc. «Indiguire și Dragaj».
București, str. Romană, 19.
292. **Măxinoiu Traian Al.**, (7.12.1914), Inginer; Șef de Secție la Serviciului Intreținerii C. F. R.
Basarabia, gara Bălți.
293. **Mereuță P. Cezar**, (2.6.1902), Inginer-șef; Director al Serviciului Comercial C. F. R.
București, str. General Berthelot 40.

294. **Mereuță V.**, (13.1.1919), Inginer, Serviciul Reconsiruirii Podurilor C. F. R.
București, str. General Cernat, 25.
295. **Mețianu Traian I.**, (26.1.1914), Inginer de Mine; Sub-director la Societatea «Steaua Română»,
Câmpina, str. Plevnei, 6.
296. **Mexis Leon**, (30.1.1921), Inginer la Uzina electrică a Soc. Generale de gaz și electricitate.
București, Bulev, Mărășesti.
297. **Miclescu Emil S.**, (fondator), Inginer inspector general.
București, str. Primăverei, 30.
298. **Miclescu N.**, (1.12.1896), Inginer și avocat; Director la Societatea «Creditul Extern».
București, str. C. A. Rosetti 37.
299. **Miclescu E. Ștefan**, (6.6.1911), Inginer.
București, Bulev. Lascar Catargiu, 39 bis.
300. **Mihăescu Ștefan**, (26.1.1914), Inginer; Șeful Serviciului de studii al Soc. «Clădirea Românească».
București, Bulev. Elisabeta, 59.
301. **Mihăilescu Mihail C.**, (9.12.1912), Comandor (colonel) în marină.
Galați, str. Beldiman, 2
302. **Mihalache Ion C.**, (24.2.1910), Inginer-șef; Sub-director tehnic în Direcția Generală de Poduri și Șosele din Min. Lucr. Publ.
București, Minist. Lucr. Publice.
303. **Mihalopol C.**, (6.12.1909), Inginer-șef
București, str. Profesori, 6 bis.
304. **Mild Andrei**, (19.2.1922), Inginer în Direcțiunea Serviciului Hidraulic, Santierul Naval,
Giurgiu
305. **Mintencu Nicolae**, (13.1.1912), Inginer, Serviciul de Studii și Construcții.
Cernăuți, str. Gărei, 20.
306. **Mircea C. R.**, (25.10.1892) Inginer; Industriaș; Profesor la Școala Politehnică din București.
București, str. Romulus, 31.
307. **Mirea N. Ștefan**, (7.12.1908), Inginer șef; Licențiat în matematici; Profesor la Școala Superioară de Arhitectură.
București, str. Inundației, 8.
308. **Mironescu Aurelian E.**, (24. 1. 1916), Inginer; Șeful Serviciului de Poduri și Șosele al jud. Cahul
Cahul (Basarabia).
309. **Mititelu Claudiu**, (25.4.1920), Inginer. Sub-Director la Manufactura de tutun Belvedere. Asistent la Școala Politehnică din București. Licențiat în Matematici.
București, Manufactura de tutun Belvedere.

310. **Mititelu Ion**, (24.1.1916), Inginer la Banca Românească.
Constanța
311. **Mladenovici Cr.**, (6.3.1905), Inginer-șef; Director general al
băncii «Creditul Technic Transilvănean».
București, str. Teodor Aman 13.
312. **Mocanu Petre S.**, (1.12.1913), Inginer; Șef de Divizie în Ser-
viciul Porturilor Maritime.
Constanța, str. Bolintineanu 23.
313. **Moisiu Gh. Gr.**, (30.7.1904), Inginer-șef; Directorul Manu-
facturii de tutun Belvedere.
București.
314. **Montesi Enrie**, (24.4.1916), Inginer; Directorul fabricii de
basalt Cotroceni.
București, Aleea Sevastopol, 29.
315. **Mornard Gustave**, (6.3.1905), Inginer; Antreprenor de lucrări
publice.
București, str. Bursei 2. Camera 17.
316. **Mosgos Petre**, (7.12.1914), Inginer; șeful Exploatării C. F.
secundare R.-Sărat—Muftiu.
București, str. C. G. Cantacuzino, 13.
317. **Motăș Constantin**, (7.12.1914), Dr. Inginer.
București, Parcul Bonaparte No. 161.
318. **Moțoi I.**, (30.6.1904), Inginer.
București, str. Dionisie, 59.
319. **Mozis A.**, (5.6.1911), Inginer; Directorul Companiei Generale
de electricitate A. E. G.
București, Bulevardul Elisabeta, 19 (fost 11).
320. **Mrazec L.**, (30.6.1916), Profesor Universitar; Directorul Insti-
tutului Geologic; Prof. la Școala Politehnică.
București, Aleea Kiseleff, 2.
321. **Murelli Panait**, (24.1.1916), Inginer; Inspectorul principal al
Atelierelor C. F. R. Constanța.
Constanța, str. Traian, 43.
322. **Mureșeanu Ion**, (30.1.1921), Inginer; Șef de Secție în Direc-
țiunea de Construcții. Baia Mare, Jud. Satu Mare.
București, Ministerul Lucrărilor Publice
323. **Murgoci G. M.**, (2.12.1907), Dr. în științe; Docent universitar;
Geolog șef la Institutul Geologic; Profesor la Șc. Poli-
tehică.
București, str. Transilvaniei, 9.
324. **Musat Nicolae**, (1.12.1913), Dr.-Inginer; Director Tecnic al
Primăriei Orașului Brăila.
Uzina de apă, Brăila.
325. **Nădejde Horia I.**, (9.12.1912), Inginer; Director pentru Româ-
nia al Soc. «Associated British Manufactures. (Newe-East)
Ltd. din Londra. Telef. 31/64.
București, Bulev. Lascăr Catargiu, 66

326. **Năsturaș Dumitru**, (24.2.1910), Inginer.
București, Aleea Alexe Marin, 5.
327. **Neagu Th.**, (2.2.1899), Inginer-șef; Sub-director principal la
C. F. R.
București, str. Popa-Rusu, 3.
328. **Negrescu G.**, (6.11.1915), Maior.
București, str. Dogari, 21.
329. **Negretzu Ioan F.**, (6.11.1905), Inginer; Exploatator de Mine
și Antreprenor de Lucrări publice.
Pitești, str. Șerban Vodă.
330. **Negruțiu F. Ion**, (19.2.1922), Inginer; Intreprinzător, Pro-
fesor la Școala de Conducători L. P.; Fost Director Regi-
onal C. F. R. Telef. 3/90.
Cluj, str. Văcărescu, 26.
331. **Negulescu C. G.**, (3.12.1895), Inginer; Director principal în
Administrația Centrală a Regiei Monopolurilor Statului din
Minist. Finanțelor.
București, str. General Crist. Tell, 12.
332. **Negulici I.**, (7.1.1895), Inginer-șef; Director de serviciu la
C. F. R.
București, str. Popa-Tatu, 90.
333. **Negutz Ștefan**, (30.1.1921), Inginer la Atelierele C. F. R.
Grivița.
București, str. Progresului, 4.
334. **Neicu Simeon**, (13.1.1919), Inginer la soc. «Edilitatea».
București, bulv. Colonel M. Ghica, 18 b.
335. **Nemeșiu Petre**, (24.2.1910), Inginer: Directorul Societății
«Frigul».
București, str. Octavian, 33.
336. **Nicolae R. Ștefan**, (15.12.1918), Inginer; Șeful Serviciului de
Poduri și Șosele al jud. Chișinău.
Chișinău, str. Puschin, 30.
337. **Nicolau Alexandru I.**, (7.12.1918), Inginer; Directorul Intre-
prinderilor Radacovici.
Brăila. Rizeria Română.
338. **Nicolau Gheorghe**, (9.2.1912), Inginer; Sub director la Șc.
Politehnică din București.
București, str. Progresului, 13.
339. **Nicolau Mihail**, (15.12.1916), Inginer în Direcțiunea gene-
rală de Poduri și Șosele.
București, Minist. Lucr. Publ.
340. **Nicolau Pompiliu**, (13.1.1919), Inginer; Biuron de lucrări
hidraulice: «căderi de apă și irigațiuni». Profesor la Școala
Politehnică Timișoara.
Craiova, str. C. A. Rosetti, 2.
341. **Nicolini Ioan**, (6.12.1915), Inginer; Director Tehnic al Soc.
Anon. dela Colentina, Fabrica de Glucoză.
București, căsuța poștală, 181.

342. **Nicolopol Aurel**, (25.4.1920), Inginer la Atelierele C. F. R.
București-Nord.
București, str. Buzești, 55.
343. **Niculescu Cristea**, (30.1.1920), Inginer.
P.-Neamț, calea Colonel Rosnovanu, 45.
344. **Nicolescu D. Ath.**, (6.3.1905), Inginer-șef; Directorul Serv.
de întreținere, Direcția I Regională C. F. R.
București, str. Buzești, 15.
345. **Nicolescu Ion**, (25.4.1920), Inginer.
Câmpina, bulev. Elisabeta, 13.
346. **Niculescu B. Gh.**, (24.11.1891), Inginer-șef; Director al căii
ferate Buzău—Nehoiășu.
Buzău, str. Unirii, 41.
347. **Niculescu F. Ioan**, (29.1.1914), Inginer.
Câmpina, bulev. Elisabeta, 13.
348. **Niculescu N.**, (9.3.1896), Inginer-șef; Șef de Divizie în Di-
recțiunea de Studii Construcțiuni și Ape pe Minister.
Lucr. Publ. București, bulev. Ferdinand, 29.
349. **Niculescu Vintilă A.**, (9.12.1912), Inginer; Profesor de Ma-
șini și Fizică la Școala de Maeștri soniori și rafinori din
Câmpina.
Câmpina, str. Carol, 14.
350. **Nițescu E. G.**, (7.12.1908), Inginer-șef; Subdirector la C. F.
R., Direcția Generală.
București.
351. **Nuni Evangheli Gh.**, (7.12.1908), Inginer; Șeful Serviciului
de Poduri și Șosele al județului R.-Vâlcea.
R.-Vâlcea, str. Tudor Vladimirescu, 13.
352. **Odobescu A. I.**, (13.1.1919), Inginer, Serviciul Tecnic al
Primăriei Capitalei.
București, str. Răspântiilor, 39.
353. **Odobescu N. I.**, (6.12.1916), Inginer, Minist. Comunic.
București, str. Răspântiilor, 39.
354. **Olănescu C.**, (fondator), Inginer-șef; Președinte de onoare al
«Societății Politehnice».
București, bulev. Dacia, 5, (Parcul Ioanid).
355. **Oltenschi Ioan**, (9.2.1912), Inginer; Șeful serviciului de Po-
duri și Șosele al județului Ismail.
Ismail, str. Frumoasă, 30.
356. **Opran Gh. N.**, (fondator), Inginer; Pensionar.
Comuna Valea-Mare, prin gara Florica.
357. **Opreanu Aurel R.**, (8.12.1897), Inginer-șef; Subdirector
general în Minist. Lucr. Publ.
București, str. Gr. Alexandrescu, 90.
358. **Orășeanu D. Cezar**, (6.22.1909), Inginer; Șef de Divizie în
Minist. Lucr. Publ.; Profesor la școala de aerostație și
Profesor la școala de Topometrie.
București, str. Știrbei-Vodă, 45.

359. **Orăscu George**, (6.12.1907), Inginer ; Șef de sect. la C. F. R.
București, str. Fecioarei, 7.
360. **Orghidan C.**, (fondator și donator), Inginer-șef ; Director
Tehnic la «Banca Românească».
București, bulev. Carol, 22 bis.
361. **Orzescu C.**, (24.2.1910); Inginer ; Șef de secție C. F. R.
București, str. Sf. Ionică, 6.
362. **Osiceanu C.**, (30.4.1906), Inginer de mine ; Directorul Ge-
neral al Societății «Steaua Română».
București str. Berzei, 58.
363. **Ottulescu Mircea**, (14.1.1888), Inginer inspector general ;
Director special la C. F. R.
București, str. Transilvaniei, 40.
364. **Ottolescu Scarlat**, (31.12.1882), Inginer inspector general
București, str. G-ral Berthelot, 52.
365. **Paciurea Ion M.**, (7.12.1914), Inginer în Direcțiunea C. F.
R. Serv. întreținerii.
București str. Spătarului, 33.
366. **Pacu M. G.**, (15.12.1918), Inginer ; Sub director al Manufac-
turei de tutun din Iași.
Iași.
367. **Pădure Gh. I.**, (3.4.1894), Inginer-șef C. F. R.
Galați, str. Sf. Vineri, 32.
368. **Pallade Ștefan**, (5.11.1910), Inginer ; Șeful serviciului de
Poduri și Șosele al jud. Vaslui.
Vaslui.
369. **Pârvu T.**, (14.12.1918), Inginer ; Șeful Diviziei Construcții
Băcești—Roman.
Roman, str. V. Morțun, 14.
370. **Pârvulescu P.**, (2.2.1907), Inginer ; Dirig. la fabrica E. Wolff.
București, Aleea Suter, 15.
371. **Păunescu C-tin**, (7.12.1914), Inginer ; Director de serviciu
C. F. R.
Berlin.—Hotel Koschel, Motzstrasse 78.
372. **Panait, Gh.**, (10.6.1882), Inginer inspector general.
București, str. Popa Petre, 27.
373. **Panaiteșcu N. Panait**, (16.2.1894). Inginer inspector general.
București, Parcul Bonaparte.
374. **Panaiteșcu Scarlat**, (28.1.1893), General de Divizie în re-
zervă ; Membru corespondent al Academiei Române.
Chișinău, str. Iașilor, 5.
375. **Panaïtopol G.**, (26.1.1914). Inginer ; Șeful serviciului de
Tracțiune din Direcția VIII regională C. F. R.
București, str. General Lahovari, 69.
376. **Pandele Gh.**, (19.2.1922), Chimist la Pulberăria armatei.
București, str. Crepuscul, 7 bis.

377. **Pangrati Ermil A.**, (1.3.1892), Inginer; fost Ministru al Lucrărilor Publice; Profesor Universitar; Directorul Școalei superioare de Arhitectură.
București, str. Brezoianu, 12.
378. **Pantazi Gh.**, (24.2.1910), Inginer; Director de Mine în Minist. Industriei; Profesor la Șc. Politehnică din București.
Brăila, str. Cazărmi, 6.
379. **Panteli Ioan**, (29.1.1913), Inginer.
București, str. Luigi Cazzavilan, 15.
380. **Passan T. A.**, (15.12.1918), Inginer; Șeful Serv. de Poduri.
Hotin (Basarabia).
381. **Pașcanu Popescu P.**, (16.2.1894), Inginer-șef.
Bușteni.
382. **Pașcanu Florea**, (5.6.1911), Inginer; Inspector general Așezămintele Brâncovenesti.
București, Bulevardul Maria.
383. **Pascalovici Herman**, (15.12.1905), Inginer electrician.
București, str. Sf. Dumitru, 5.
384. **Pastia Al.**, (39.4.1901), Inginer; Exploatări de cărbuni, Baile Amara și exploatări de Păduri.
București, str. Alex. Lahovari, 29. Telef. 14/31.
385. **Pastia D.**, (30.4.1906), Inginer.
București, str. Traian, 162.
386. **Pedrazzoli Carlo**, (6.3.1905), Inginer; Antreprenor de lucrări publice.
București, Splaiul Cogălniceanu, 37.
387. **Penescu Alexandru**, (7.12.1914), Inginer șef.
București, str. Călușei, 10.
388. **Peretz Petre Paul**, (14.1.1888), Inginer Inspector general; Sub-director al Construcțiunii de Căi Ferate.
București, Calea Rahovei, 39.
389. **Perișteanu Al.**, (3.12.1895), Inginer Inspector general.
București, str. Precupeții Noi, 4.
390. **Perlici Herman**, (10.9.919). Inginer.
București, Calea Griviței, 26.
391. **Persu Gabriel**, (6.12.915), Inginer.
392. **Petelescu Nic. I.**, (6.9.1905), Inginer; Sub-director al Studiilor din direcția Gen. de Construcții de Căi Ferate.
București, str. Vrăjitoarei, 9.
393. **Petrescu Achil**, (3.2.1888), Inginer inspector general.
București, str. Vasile Lascar, 65.
394. **Petrescu Dimitrie**, (6.12.912), Inginer; Șef al atelierelor de aplicație ale Școalei superioare de Arte și Meserii.
București, str. Șincai, 3.
395. **Petrescu Ioan**, (7.15.914), Inginer; Șef de secție în Direcția de Construcții de Căi Ferate.

Jud. Roman, Dagăța.

396. **Petrescu F. Ioan**, (29.1.1913), Inginer; Șeful serviciului Tecnic al Jud. Dâmbovița.
Târgoviște
397. **Petrescu Petre S.**, (7.12.1914), Inginer; Sub-șeful servic. de Poduri și Șosele al jud. Prahova.
Ploești.
398. **Petrescu Stelian**, (13.1.1919), Inginer; Sub-director în Direcțiunea specială a atelierelor C. F. R.
București, str. Costache Negri, 22.
399. **Petrini G. S.**, (13.1.1919), Inginer; Sub director al soc. cooperative pentru exploatarea de păduri «Râul Târgului».
C.-Lung.
400. **Pfeiffer Grigore**, (1.12.1913), Profesor de chimie generală și aplicată la Școala Politehnică; Șeful laboratorului de chimie și încercări mecanice.
București Școala Politehnică
401. **Phillipide Mihail**, (26.1.1914), Inginer; Directorul societății anonime române de navigație pe Dunăre. (S. R. D).
București, str. Radu-Vodă, 25.
402. **Pilder Alfred**, (19.2.1922), Inginer-șef; Inspector principal C. F. R.
București, str. General Budișteanu, 12—14.
403. **Pinchis A. I.**, (18.3.1915), Inginer la C. F. R.
Galați, str. Brăilei, 111.
404. **Pislota N.**, (28.1.1894), Inginer; Antreprenor.
București, B-dul Elisabeta, Palace Hotel.
405. **Pleniceanu Al.**, (26.1.1914), Inginer soc. «Steaua Română».
Câmpina, str. Minelor, 6.
406. **Poenaru Jatan N.**, (6.3.1905), Inginer; deputat.
București, str. Visarion, 7
407. **Pomponiu Luciu**, (15.12.1905), Inginer; Antreprenor de Lucrări publice și particulare. Tel.-f. 47/44.
București, Parcul Bonaparte parcela 1, prin Aleia Blanc A. sau B.
408. **Pomponiu Gh.**, (30.6.1912), Inginer, Serviciul reconstruirii podurilor C. F. R.
București, str. Numa Nompiliu, 21
409. **Popa Gh. I.**, (9.12.1912), Inginer; Șef de Exploatare petrolieră la societatea «Creditul Minier».
Comuna Scorțeni, prin oficiul Băicoi.
410. **Popa George-Galați**, (24.1.1916), Inginer, Directorul Societății «Refacerea Industrială».
București, str. Banul Mărăcine No. 1.
411. **Pop Octavian**, (8.11.1895), Inginer; Director regional C. F. R.
București, Calea Victoriei, 89.
412. **Popp N. Aurel**, (30.4.1906), Inginer; Director în Ministerul Industriei și Comerțului. Telef. 45/18.
București str. Brezoianu, 11 bis.

413. **Popescu Agripa**, (6.12.1909), Inginer; Director Fabrica de tutun din Cluj. Cluj, Calea Victoriei, 82.
414. **Popescu Cezar**, (24.1.916), Inginer; Director general al Industriei. București, stradela General Lahovary, 8.
415. **Popescu Gh.**, (7.18.1890). Inginer inspector general; Director general al Porturilor și Căilor de comunicație pe apă; Profesor la școala Politehnică; Vice-președinte al societății Politehnice. București, str. General Praporgescu, 27.
416. **Popescu Nicolae M.**, (24.2.910), Inginer atașat la serviciul Atelierelor C. F. R., Fabrica de mașini «Scoda Pilsen» din Ceho-Slovacia.
417. **Popescu Ion**, (19.2.922), Inginer; Șeful atelierelor Bonaparte ale soc. comunale de tramvaie București. București, stradela General Lahovari, 7.
418. **Popescu Marcel**, (19.2.922), Inginer; Sub-director în Ministerul Industriei și Comerțului. București, str. Maria Rosetti, 61.
419. **Popescu Mihail**, (26.1.914), Inginer; Șef de secție în Direcțiunea de Construcții de căi ferate din M. L. P. București, Calea Victoriei, 195.
420. **Popescu Gh.**, (26.1.914), Maior de artilerie; Inginer electrician, Divizionul de artilerie anti-aeriană. București, str. Renașterei, 7.
421. **Pop Cezar C.**, (25.4.920), Inginer, liber profesionist. București, str. Sivestru, 5.
422. **Popovici Alex. G.**, (7.12.912), Inginer-șef; Inspector principal la C. F. R. București, Aleea Blanc B, 32.
423. **Popovici Mezin Ioan D.**, Inginer; Antreprenor. București, Șoseaua Kiseleff, 3.
424. **Prager Emil**, (9.12.912), Inginer. București, str. 11 Iunie, 27.
425. **Prejbeanu D, S.**, (1.6.1894), Inginer. Craiova.
426. **Pretorian Șt.**, (30.4.906), Inginer-șef; Sub-director General la C. F. R. București, Aleea Blanc A, 6.
427. **Profiri Nicolae**, (18.3.915), Inginer-șef; Direcția VI de Poduri și Șosele. Chișinău, str. Puschin, 30.
428. **Protopopescu Mircea**, (1.12.912), Inginer în serviciul Porturilor Maritime. Portul Constanța.
429. **Protopopescu Ion Gr.**, (24.1.916), Inginer; liber profesionist. Iași, str. Căgălniceanu, 4.

430. **Pucklicky Arthur**, (2.2.1889), Inginer.
București, Calea Plevnei, 67.
431. **Pușcariu Valeriu**, (6.12.1898), Inginer-șef; Deputat.
București, str. Blanduziei, 1.
432. **Rădulescu A. C.**, (3.12.1900), Inginer-Inspector General.
București, str. Nordului, 2.
433. **Rădulescu Mihail N.**, (15.12.1892), Inginer-șef; Director delegat al Societății Govora—Călimănești.
434. **Rădulescu N.**, (7.1.1890), Inginer; Director General C. F. R.
Craiova.
435. **Rădulescu Constantin N.**, (9.13.1912), Inginer; Șef de Divizie în Direcția de Studii și Construcții din M. L. P.
București, str. Maior Ene, 2.
436. **Răileanu C.**, (16.2.1896), Inginer inspector general; Directorul Serviciului Reconstruirii Podurilor C. F. R.
București, str. Esculap, 6.
437. **Rainu A.**, (30.6.1916), Inginer; Director general al soc. «Dâmbovița» pentru fabricarea cimentului.
București, bulev. Carol, 49.
438. **Radu Elie**, (31.11.1883), Inginer inspector general; Președinte al Consiliului Tecnic Superior; Profesor la școala Politehnică.
București, str. Donici, 30.
439. **Radu E. Mircea**, (7.12.1908), Inginer șef; Șef de Divizie în Direcțiunea de Studii și Construcțiuni.
București, str. Donici, 30.
440. **Radu Gh.**, (6.12.1898), Inginer; Șeful serviciului de Poduri și Șosele al județului Covurlui.
Galați, str. Domnească, 128.
441. **Rantea Dimitrie**, (31.1.1921), Directorul Societății «Technica Română».
București, str. General Angelescu, 8.
442. **Rapoșeanu Dragomir**, (30.4.1906), Inginer; fost Subdirector general C. F. R.
București, str. Popa-Tatu, 54.
443. **Rărincescu Ion**, (19.2.1922), Inginer; Șef de serviciu din Minist. Industr. și Com.
București, str. Militari, 23.
444. **Razu Aristide**, (9.3.1896), General de Divizie; Comandantul Corpului I de Armată; Inginer electrician; Absolvent al școalei superioare de războiu.
Craiova, str. Sf. Mina, 18.
445. **Revici Teofil**, (30.1.1921), Inginer; Șef de secție în Direcția specială de Poduri C. F. R.
București, str. Dimitrie Racoviță, 14.
446. **Rîpiann Traian**, (2.6.1902), Inginer; Inspector principal C. F. R.
Iași, str. Cuza-Vodă, 42 bis.

447. **Risdörfer F.**, (2.12.907), Inginer de mine; Directorul societății «Petrolul Românesc».
448. **Roco N.**, (8.12.1893), Inginer inspector general; Director al Servic. Îmbunătățirilor Funciare din Minist. de Domenii. București, str. Sculpturei, 68.
449. **Roiu George**, (24.2.910), Inginer; Industriaș; Exploatarea de păduri. București, str. Polonă, 59.
450. **Romașcu Gh.**, (2.12.1900), Inginer; Antreprenor. București, str. Banu Manta, 45 bis.
451. **Rossetos I.**, (3.2.1884), Inginer inspector general; Direcția de construcții de căi Ferate. București, str. Viitorului, 48.
452. **Roșanu Ion**, (7.11.908), Inginer-șef; Șef de Divizie, Direcțiunea de construcții de Căi Ferate. București, str. Alecu Russo, 4.
453. **Rosianu D. Gh.**, (15.12.1918), Inginer; Șef de secție în direcția Consiliului tehnic superior din M. L. P. București, str. Măcelari, 31.
454. **Roșu V.**, (3.12.1909), Inginer-șef; Directorul serv. hidraulic. București, str. Fracmazonă, 68.
455. **Russ Alex. L.**, (7.12.1909), Inginer; Sub-director special în Serviciul Mișcării din Direcția Gen. a C. F. R. București, str. Frumoasă, 7.
456. **Sacară Nicolae**, (7.12.1914), Inginer; Șeful serviciului de poduri și șosele al jud. Prahova. Ploești, str. Găjeni, 20.
457. **Saegiu Em.**, (15.12.1918), Inginer; Șef de secție în Direcția de construcții de Căi Ferate. București, str. Berzei, 70.
458. **Safir I.**, (19.2.1922), Inginer-Constructor; Asociatul firmei Maltensky & Safir, ingineri: studii, construcții și expertize. București, str. Tudor Vladimirescu, 1.
459. **Saligny Anghel**, (fondator), Inginer inspector general; membru al Academiei Române; fost Președinte al «Societății Politehnice»; fost Ministru de Lucrări Publice. București, str. Occident, 10.
460. **Saligny M.**, (3.11.1905), Inginer-șef; Sub-directorul serviciului hidraulic; Profesor la școala de conductori-desenatori. București, str. Occident, 10.
461. **Sanciali Aurel**, (26.1.1914), Inginer în Direcțiunea de construcții de căi ferate. Gara Bucovăț (Basarabia).
462. **Sanciali Traian**, (6.12.1909), Inginer în serviciul Direcțiunei regionale C. F. R. București, Bulev. Ferdinand, 55.

463. **Samitea Emanoil**, (23.2.1908), Inginer-șef; Director General al Societății Generale de Construcțiuni și Lucrări Publice. București, Bulev. Elisabeta, 73. Tel. 26/46.
464. **Sanfirescu V.**, (9.12.1911), Inginer; șef de secție la C. F. R. București, Aleea Blanc A. 25.
465. **Șapira Em. N.**, (25.4.1920), Inginer; Director al Soc. Industria Motoarelor, S. A. București, Bulev. Schitu Măgureanu, 27.
466. **Săpunaru G. S.**, (30.4.1906), Inginer; Director General al soc. «Clădirea Românească». București, str. Semicercului, 7.
467. **Săvulescu Teodor**, (6.12.1912), Inginer; Directorul serviciului exploatărilor dela Primăria Capitalei. București, Uzina Hidraulică, Splaiul Independenței, 2.
468. **Șerbănescu V. Gh.**, (25.4.1920), Inginer; Șef de Divizie în serviciul exploatărei din Primăria Capitalei. București, Splaiul Independenței, 2.
469. **Scutaru G. N.**, (1.3.1902), Inginer inspector general; Director rector regional C. F. R. Iași, str. Vasile Conta, 9.
470. **Severineanu C.**, (18.3.1915), Inginer; Sub șef de serviciu la C. F. R. Temișoara.
471. **Sfințescu Cincinat**, (5.6.1911), Inginer-șef; Directorul General al Casei lucrărilor orașului București: Profesor la Școala superioară de arhitectură și la Școala specială de geniu. București, str. I. L. Caragiale, 25.
472. **Sion Gh.**, (25.10.1902). Inginer-șef. București, str. Sf. Voivozi, 3.
473. **Slăniceanu Teodor N.**, (6.12.1909), Inginer; Administrator delegat al soc. «Vega». București, str. Romană, 39.
474. **Smarandescu P.**, (3.6.1916), Arhitect-șef al Ministerului de interne; Profesor la Școala superioară de arhitectură din București. Telefon 12/02. București, str. Luterană, 13.
475. **Smen Valeriu**, (19.2.1922). Maior și Inginer chimist la Pulberăria armatei Dudești. București, Pulberăria Dudești.
476. **Solomon Constantin**, (24.1.1915), Inginer la Ministerul Industriei; Inspectorul mașinelor și instalațiunilor industriale. București, str. Dimineții, 12.
477. **Sorescu Mihail I.**, (26.1.1914), Inginer. București, str. Crișana, 24.
478. **Sorescu Ioan**, (19.2.1922), Inginer. Ploești, str. Gh. Lazăr, 27.

479. **Soru S.**, (1.12.1913), Inginer Antreprenor.
București, str. Brutari, 30.
480. **Stan D.**, (25.4.1920), Inginer.
București, str. Câmpineanu, 34. Telefon 57/90.
481. **Stamatopol D.**, (7.2.1886), Inginer-șef; Pensionar.
Craiova, str. 14 Martie, 2.
482. **Stănculescu Filip**, (24.2.1910), Inginer-șef; Sub-Directorul
Școlii superioare de arte și meserii.
București, str. Polizu, 11.
483. **Stănescu T. Vasile**, (11.2.1903), Inginer-șef; Șef de Divizie
în Direcțiunea de studii și construcțiuni M. L. P.
București, str. Dorului, 3.
484. **Stăuceanu Victor**, (7.12.1903), Inginer.
București, str. Brutar, 32.
485. **Stavăr Gr. Gh.**, (28.8.1893), Inginer; Antreprenor.
București, str. Avram Iancu, 15.
486. **Ștefănescu Victor G.**, (25.4.1920), Arhitect-șef al Direcției
construcțiilor de Căi Ferate M. L. P.
București, str. Zorilor, 1.
487. **Ștefănescu-Nica C.**, (9.2.1912), Inginer.
București, str. 11 Iunie, 88.
488. **Ștefănescu N. Eugen**, (16.12.1901), Inginer-șef; Secretar
General al Minist. de Lucr. Publice.
București, str. Vasile Conta, 6.
489. **Ștefănescu N. P.**, (3.3.1888), Inginer inspector general; Direc-
torul general al «Băncei Românești»; Președinte al Socie-
tății Politecnice.
București, Bulev. Lascăr Catargiu, 65.
490. **Ștefănescu P. Gr.**, (23.2.1907), Inginer; Șef de divizie la
Direcțiunea de construcții de Căi Ferate.
București, str. General Manu, 18.
491. **Ștefănescu Radu Ion**, (7.11.1903), Inginer; Director tehnic
al «Societății generale de gaz și electricitate».
București, str. Transilvaniei, 14.
492. **Steinberg Raul**, (5.5.1911), Inginer; Directorul Societății
anonime române «Körting».
București, str. Bateriilor, 14-16.
493. **Sterian L.**, (30.4.1906), Inginer-șef; Profesor la Școala supe-
rioară de agricultură dela Herăstrău; Conferențiar la Insti-
tutele tehnice de pe lângă Universitatea din București.
București, str. Polizu, 11.
494. **Știnghie N. Bujor**, (9.2.1912), Inginer; Directorul Soc. «Fri-
gul»; Profesor la Școala de Conducători de Lucrări Publice.
București, Aleia Em. Costinescu, 15.
495. **Știrbei G. Nicolae**, (5.4.1899), Inginer; Inspector principal
la C. F. R. Inspecția V întreținere.
București, str. Polizu, 6.

496. **Stinghie Mircea**, (18.3.1915), Inginer; Șef de Secție în Serviciul central de Intreținere C. F. R.
București, str. Dumitru Racoviță, 25.
497. **Stoica Victor V.**, (7.12.1903), Inginer; Director de serviciu la C. F. R.
București, str. General Berthelot 75.
498. **Stoica Dumitru V.**, (29.1.1913), Inginer; Director Soc. «Arif». Curtea-de-Argeș.
499. **Stratilesco Gr. Gh.**, (3.4.1894), Inginer inspector general; Profesor la Școala Politehnică.
București, str. Știrbei Vodă, 154.
500. **Stroescu Marin I.**, (7.12.1903), Inginer; Antreprenor.
București, str. Paleologu, 32.
501. **Stroescu Th.**, (14.1.1878), Inginer inspector general.
București, str. Prudenței, 1.
502. **Șutzu N. N.**, (3.4.1894), Inginer; Pensionar.
Bacău, str. Gărei, 2.
503. **Tănăsescu Ioan**, (3.12.1906), Inginer-șef de mine la Institutul Geologic al României.
București, str. N. Goleșcu, 10.
504. **Tănăsioiu Victor**, (30.4.1906), Inginer.
București, str. Melodiei, 4.
505. **Tacu D. D.**, (15.2.1894), Inginer-șef; Deputat.
Frăsuleni, com. Sculeni, jud. Iași.
506. **Tacit Virgilu**, (6.3.1905), Inginer de mine; Administrator delegat al soc. «Creditul Minier».
Ploești, str. Trandafir, 7.
507. **Teodoreanu Ion**, (26.1.1914), Inginer; Inspector Central Tehnic în Minist. Muncii și Ocrotirilor Sociale.
București, str. Manu Cavașu, 31.
508. **Teodoreanu Laurențiu**, (8.1.1895), Inginer; Administrator delegat al «Societății române de electricitate Siemens-Schuckert».
București, bulev. I. C. Brătianu, 7.
509. **Teodorescu C. C.**, (15.13.1918), Inginer; Subdirectorul Școlii Politehnice din Timișoara.
Timișoara.
510. **Teodorescu G.**, (9.12.1912), Doctor; Șef de lucrări la Facultatea de Științe din București.
București, calea Moșilor, 190.
511. **Teodorescu N. P.**, (2.2.1899), Inginer-șef; Director special al Intreținerii din Dir. Gen. C. F. R.
București, calea Moșilor 190.
512. **Teodorescu Nicolae V.**, (1.12.1906), Inginer inspector general.
București, str. Aurel Vlaicu, 22.
513. **Teodorescu Virgil C.**, (6.12.1915), Inginer; Șef de Serviciu Direcția IV Regională C. F. R. Serviciul de Tracțiune.
Cluj.

514. **Teodorescu V.**, (), Inginer, Șef de Divizie, Serv. Constr. de Căi Ferate.
Bârlad, str. Principele Nicolae 3.
515. **Theodoroff Alex. S.**, (7.12.1908), Inginer; Director de serviciu la Docuri.
Docurile Brăila.
516. **Teodoru Henri G.**, (26.1.1913), Inginer; Directorul Soc. «Edilitatea».
București, bulev. Carol 47.
517. **Teodoru D.**, (1.12.1913), Inginer
București, str. Sculpturei. 42.
518. **Teodoru D. Ioan**, (16.12.1901), Inginer Inspector General; Director gener. al R. M. S.; Profesor la Școala Politehnică.
București, Fabrica de chibrituri Filaret
519. **Teodoru D.**, (30.6.1916), Inginer C. F. R. Ateliere.
București, str. Ianzi, 5.
520. **Tipărescu Nicolae I.**, (5.12.1910), Inginer.
București, Calea Griviței 314.
521. **Tilea Eugen**, (6.12.1900), Inginer; Directorul secțiunii de Poduri și Șosele din Transilvania; Profesor la școala de conductori de lucrări publice.
Cluj, str. Gyulai Pál, 1.
522. **Tomesu St. Ion**, (30.1.1921), Inginer; Șef de Secție în Direcția Constr. de căi ferate.
București, str. Brezoianu, 30
523. **Toroceanu Corneliu**, (16.2.1894), Inginer; Inspector General Directorul Conductelor de Petrol ale Statului. Profesor la școala de Conducători de lucrări publice.
București, str. Dorobanți 80.
524. **Toussaint Albert**, (5.6.1911), Inginer-șef; în Direcția III. Gen. de Poduri și Șosele.
Galați, str. Tecuci, 82.
525. **Trofin P. I.**, (15.12.1905), Inginer-șef; Directorul societății «Govora-Călimănești».
București, str. Maior Ene 2.
526. **Tudor Ion D.**, (6.3.1905), Inginer-șef; Șeful serv. de Poduri și Șosele al jud. Botoșani.
Botoșani
527. **Tudoran R. Mihail**, (5.12.1910), Inginer; Șeful Diviziei Bumbești-Livezeni din Direcțiunea Generală de Construcții de căi ferate din M. L. P.
Caracal, bulev. Caracal, 1.
528. **Tznitzu Ioan**, (7.12.1908), Inginer-șef Directorul Regiunii IV de Poduri și Șosele.
Iași, str. Carol, 33.
529. **Țițeica Gh.**, (30.4.1906), Doctor în științele matematice; Prof. universitar; Decanul Facultății de Științe; Membru al Academiei române.
București, str. Dionisie 82.

530. **Ulaholu Barbu**, (14.1.1888), Inginer ; Pensionar.
București, str. Plantelor, 43.
531. **Ulescu Alexandru**, (9.12.1913), Inginer ; Directorul Societății
«Creditul Tehnic Transilvănean».
Cluj, calea Victoriei, 23.
532. **Ulvineanu Eugeniu**, (30.6.1904), Inginer ; Șeful serv. de Poduri
și șosele al jud. Vlaşca.
Giurgiu.
533. **Unanian M.**, (29.1.1913), Inginer.
București, calea Moșilor, 123.
534. **Urechia G.**, (9.15.1912), Căpitan ; Inginer electrician.
București, str. Știrbei Vodă, 136.
535. **Urseanu V.**, (6.5.1897). Vice Amiral.
București, bulev. Lascar Catargiu, 33. Telef. 52/98.
536. **Văideanu C.**, (29.1.1903), Inginer în Direcțiunea atelierelor
C. F. R.
București, str. Al. Lahovari, 41.
537. **Văleanu C. I.**, (15.12.1918), Inginer.
București, str. G. C. Cantacuzino, 28.
538. **Văsescu G. A.**, (3.4.1894), Colonel de artilerie în rezervă.
Botoșani, str. Belvedere, 12.
539. **Vardala I. D.**, (9.3.1906), Inginer inspector general ; Sub-
director general al Porturilor și Căilor de comunicație
pe apă.
București, str. Dimineței, 4.
540. **Vasilescu Ioan C.**, (24.1.1916), Inginer ; Directorul Manufac-
turei de tutun din Iași.
Iași, Fabrica de tutun.
541. **Vasilescu G. M.**, (16.2.1894), Inginer-șef ; Directorul general
al fabricii «Letea».
Bacău, fabrica Letea.
542. **Vasilescu-Karpen N.**, (1.3.1892), Inginer inspector gener.;
Director și Profesor la Școala Politehnică din București.
București, calea Griviței, 132.
543. **Vasilescu Simion**, (9.13.1912), Arhitect și antreprenor.
București, bulev. Ferdinand, 72.
544. **Vasilie Eugeniu C.**, (25.4.1920), Inginer ; Directorul soc.
Române pentru Materiale de Construcție.
București, Splaiul Cogălniceanu 33.
545. **Vasilie M.**, (30.1.1921), Inginer la fabrica de Tutun și Manu-
factură din Timișoara.
Timișoara.
546. **Vasitache Ion**, (30.1.1921), Inginer ; Subșef de secție în Ser-
viciul Podurilor C. F. R.
Buzău, str. Gării 25, (Bulev. Elisabeta).

547. **Vălcovici V. N.**, (25.4.1920), Profesor Universitar; Directorul
școalei Politehnice din Timișoara.
Timișoara.
548. **Venert I.**, (12.1.1891), Inginer inspector general;
București, str. Dr. Kalinderu, 34.
549. **Vercescu Petre P.**, (6.12.1909), Inginer; Inspector principal
la C. F. R.
Craiova, bulev. Carol I, 100 bis.
550. **Vidrașcu I. G.**, (3.12.1912), Inginer-șef; Diriginte al Diviziei
tehnice din Direcțiunea pescăriilor la Minist. Domeniilor
și Agriculturii.
București, calea Șerban Vodă, 83.
551. **Vlassopulo**, (3.12.1906), Inginer; Inspector C. F. R.
Galați, str. Cuza Vodă, 63.
552. **Voiculescu V.**, (28.1.1893), Inginer inspector general.
București, str. General Berthelot, 55.
553. **Vraca Nicolae**, (19.2.1922), Inginer.
București, str. Esculap, 4.
554. **Vraghionti Atanasie**, (21.2.1866), Inginer-șef.
555. **Vuia Alexandru**, (7.22.1903), Inginer-șef; Director Regional
C. F. R.
Timișoara.
556. **Wagner Al. M.**, (1.5.1907), Inginer-șef; Pensionar.
București, str. Regală, 12.
557. **Wolff Erhard**, (14.2.1910), Inginer; Industriaș.
București, str. Sf. Dumitru, 3.
558. **Weintzendorf Al.**, (25.4.1920), Inginer; Subdirector în Mi-
nisterul Industriei și Comerțului.
București, calea Văcărești, 32.
559. **Yarca D. C.**, (14.2.1892) Inginer; Agricultor.
București, parcul Filipescu, Aleea Alexandru, 20.
560. **Zaharia Dan**, (5.6.1911), Comandor; Inginer electrician.
București str. Transilvaniei, 26.
561. **Zahariade P.**, (3.3.1888). Inginer inspector general.
București, șoseaua Kiselef, No. 51.
562. **Zane N.**, (3.3.1888), Inginer; Administrator delegat al Soc.
de Bazalt.
București, str. Négustori, 1.
563. **Zamfirescu Ramiro**, (18.3.1915), Inginer; Șeful Serviciului
de Poduri și Șosele al jud. Argeș.
Pitești, str. Purcăreanu.
564. **Zarifopol Al.**, (30.6.1916), Inginer; Inspector principal de
Tracțiune la C. F. R.
Iași, str. Cuza Vodă, 14.
565. **Zlateu Pascal**, (2.12.1906). Inginer-șef; Directorul general
al Creditului tehnic Transilvănean.
București, Bulev. Independenței, 16.

566. **Zlateu Constantin**, (7.12.1914), Inginer mecanic; Calorifere
sanitare—Electrice—Depozit, str. Paris No. 23.
Bucureşti, str. Martirului, 10.
567. **Zerner Rudolf**, (24.2.1910), Inginer; Director de serviciu la
C. F. R.
Bucureşti, str. Bursei, 5; Etaj II.
-

LISTA MEMBRILOR DECEDAȚI

în ultimii 8 ani (dela 1 Ianuarie 1914)

Abramovici N., 1921	Lăzăreanu H., 1918
Aburei I., 1918	Lăzărescu C., 1918
Apostoliu I., 1914	Mănescu C., 1923
Assan B. G., 1919	Marcu S., 1923
Balaban E., 1921	Meșianu Șt. I., 1917
Budeanu V., 1917	Mateescu C., 1917
Cănanău Titus, 1919	Nișescu R., 1917
Cantemir A., 1917	Nisipeanu Gh., 1918
Cantuniari G., 1918	Papadopol A., 1916
Cătuneanu M., 1922	Papadopol J., 1917
Condrea C., 1918	Pilat C., 1923
Cantacuzino V., 1917	Pișca M., 1918
Condurățianu M., 1917	Pleșoiu V., 1915
Constantinescu C., 1916	Potter G., 1918
Constantinescu Gr., 1916	Pușcaru Joe, 1920
Danielescu Dimitrie, 1923	Quintescu C., 1914
Djuvara I., 1918	Radovici A., 1915
Dima D., 1923	Râmniceanu M., 1915
Dragoș R., 1918	Roșu A., 1917
Duperrex, 1920	Rusescu L. 1923
Gallea N., 1921	Slăniceanu N., 1918
Gafencu A., 1923	Sturza D. A., 1914
Giulini B., 1917	Tănăsescu G., 1914
Godini Serafim, 1914	Tănăsescu N., 1918
Golescu N., 1918	Teișanu I., 1921
Grigorescu T., 1917	Tintorescu V. I., 19...
Hublin, 1919	Țărușanu P., 1920
Ionescu N. I., 1923	Vârnav Scarlat, 1919
Ispas Atanase, 19...	Wolff E., 1915
Jalbă T., 1915	Zahariade Al. 1923
Jipa N., 1916	

NOTĂ. Anul din dreptul fiecărui nume arată data morții.

Pentru membrii decedați mai înainte de 1914, a se vedea listele publicate în anii precedenți.

Din lucrările Comitetului
„Societății Politecnice“

PROCES-VERBAL

al

Ședinței Comitetului din ziua de 11 Decembrie 1922

Ședința se deschide la orele 18.45 sub președinția D-lui Președinte N. P. Ștefănescu și în prezența D-lor membrii:

Atanasescu T., Balș G., Bușilă C., Bușilă I., Eremie T., Filipescu Em. G., Ghica Șerban, Ioachimescu A., Ionescu Ion și Popescu G. A fost invitat și ia parte la această ședință D-l N. Georgescu, secretarul comisiunii permanente a localului.

1. Intrându-se în ordinea de zi se dă citire sumarului ședinței dela 2 Decembrie 1922, care se aprobă.

2. D-l Secretar T. Atanasescu, dă citire dărei de seamă a activității Societății pe anul expirat (1 Decembrie 1921 — 1 Decembrie 1922), care urmează să fie adusă la cunoștința Adunării Generale dela 15 Decembrie a. c.

Comitetul aprobă darea de seamă așa cum a fost alcătuită de D-l Atanasescu.

3. D-l Casier Șerban Ghica, prezintă situațiunea financiară a Societății, pe același interval de timp, care se aprobă, hotărându-se a se intercala în darea de seamă și a se supune aprobării Adunării Generale odată cu aceasta.

4. D-l N. Georgescu, Secretarul comisiunii permanente a localului, expune comitetului în linii generale darea de seamă ce va prezenta la 15 Decembrie comisiunea localului.

D-sa arată că, forma definitivă a acestei dări de seamă n-o va putea da decât după ce se va întruni această comisiune și-i va prezenta proiectul întocmit de D-sa.

5. D-l T. Anastasescu supune cererea D-lui Inginer Meron de a ține sub patronajul Societății patru conferințe asupra sistemelor noi de contabilizare.

În urma discuțiilor se hotărăște ca D-l Atanasescu să comunice D-lui Meron că suntem de acord ca D-sa să țină o singură conferință în localul societății.

Ne mai fiind nimic la ordinea zilei, ședința se ridică la orele 17.45.

Aprobat în ședința dela 20 Decembrie 1922.

Președinte, (ss) **N. P. Ștefănescu**

Secretar, (ss) **Ioan Bușilă**.

PROCES-VERBAL

al

Ședinței Comitetului din ziua de 20 Decembrie 1922

Ședința se deschide la ora 18.45 sub președenția D-lui Președinte N. P. Ștefănescu și în prezența D-lor membrii:

Athanasescu T., Balș Gh., Bușilă C., Bușilă I., Filipescu Gh. Em., Ghica Șerban, Ioachimescu A., Ionescu I., Manoilescu M., Popescu Gh.

1. Intrându-se în ordinea de zi se dă citire sumarului ședinței dela 11 Dec. 1922, care se aprobă.

2. D-l Președinte dă citire art. 34 din statutele Societății și cere membrilor ca, în conformitate cu aceste prescripțiuni, să se procedeze la alegerea unui nou Președinte.

D-sa roagă Comitetul ca alegerea să nu se mai facă în persoana D-sale, întrucât fiind foarte ocupat n'ar avea posibilitatea să depună activitatea pe care o crede necesară bunului mers al Societății.

D-l Gh. Popescu crede că Societatea Politehnică nu poate decât să se felicite că a avut un Președinte ca D-l Ștefănescu, care a adus la bun sfârșit toate chestiunile grele, reprezentând Societatea în mod demn și neșovăitor. D-sa insistă ca D-l Ștefănescu să primească această înșărcinare, complectând activitatea începută.

D-l I. Ionescu adaugă că actualmente este nevoie de un conducător activ, care să rezolve chestiunea construcțiunii localului, și singurul care ar putea să-și asume această grea sarcină, este D-l N. P. Ștefănescu, un om bine cunoscut în lumea financiară. D-sa roagă Comitetul să reînvoiască mandatul D-lui N. P. Ștefănescu.

Comitetul, prin aclamațiune, alege Președinte pe D-l N. P. Ștefănescu.

D-l N. P. Ștefănescu mulțumește și asigură că va face toate sacrificiile pentru conducerea mai departe a Societății și înfăptuirea localului.

Urmând să se procedeze la alegerea vice-președinților D-l N. P. Ștefănescu propune să se realeagă D-nii C. Bușilă și Gh. Popescu.

D-l C. Bușilă mulțumește pentru cinstea ce i s'a făcut de a fi ales în trei rânduri ca vice-președinte. D-sa găsește că cumulează două onoruri fiind și aci și la Asociațiunea Generală a Inginerilor din România. Cere pe acest motiv să nu mai fie reales și propune pe D-l I. Ionescu care a lucrat atât de mult pentru Societate.

D-l Gh. Popescu, pe motiv că este foarte ocupat și că astfel se găsește în imposibilitate să corespundă după cum dorește nevoilor Societății, roagă să nu mai fie reales, asigurând Societatea de tot concursul său atât cât timpul îi va permite.

D-l Ștefănescu recunoaște că D-l Popescu e foarte ocupat dar insistă să facă acest sacrificiu. D-sa exprimă dorința tuturor ca D-l Gh. Popescu să primească însărcinarea de vice-președinte.

D-l Gh. Popescu primește cu condițiunea ca să se pună toată stăruința pentru construcțiunea localului în cursul acestui an.

D-l Ionescu mulțumește pentru cinstea ce i se face de a-l alege ca vice-președinte însă găsește că și D-sa ar fi cumular în sensul arătatilor D-lui C. Bușilă și propune pe D-l G. Balș.

În urma stăruințelor depuse de Comitet, D-l Ionescu primește această însărcinare.

Se alege casier D-l T. Atanasescu în locul D-lui Șerban Ghica, care a cerut să nu i se mai reînvoiască mandatul,

întrucât D-sa nu va mai avea posibilitatea să se ocupe stăruitor cu această chestiune, fiind nevoit a lipsi prea des din București.

Se aleg Secretari D-nii: Bușilă I., Ghika Șerban și Manoilescu M.

Pentru verificarea gestiunii financiare, a Societății se desemnează censori D-nii: N. Cerchez, A. Ioachimescu și V. Voiculescu.

În comitetul de redacțiune al buletinului se re aleg D-nii Filipescu Gh., Ionescu I. ca redactori și D-nii Gavrilescu Ramiro, Popescu I. și Stan D. ca secretari de redacție.

În ceea ce privește Comisiunea de excursiuni, D-l Athanasescu propune amânarea alegerii.

D-l C. Bușilă crede că ar trebui desființată această Comisiune și să se însărcineze cu organizarea excursiunilor la fiecare ocaziune câte ceva.

D-l Ioachimescu insistă să se mențină această Comisiune.

În urma discuțiilor urmate, se hotărăște amânarea alegerii acestei Comisiuni.

3. Se hotărăște suprimarea Comitetului superior de redacție al buletinului.

4. Se citește adresa Asociațiunii Generale a Inginerilor din România care oferă o fotografie luată cu prilejul celui de al 2-lea Congres al Inginerilor din România ținut anul acesta la Temișoara.

Se hotărăște a se exprima mulțumiri Societății și a se încadra fotografia.

5. Se admite provizoriu în Societate sub rezerva aprobării Adunării Generale D-l Inginer V. Nicolau.

6. Comitetul ia act cu plăcere de scrisoarea D-lui Inginer M. Manoilescu, prin care mulțumește pentru alegerea sa ca membru în Comitet și ne asigură de tot concursul D-sale.

Nemai fiind nimic la ordinea zilei, ședința se ridică la orele 19,20;

Aprobat în ședința Comitetului dela 2 Ianuarie 1923.

Președinte, (ss) **N. P. Ștefănescu**

Secretar, (ss) **Ioan Bușilă**

PROCES-VERBAL

al

Ședinței Comitetului din ziua de 27 Decembrie 1922

Ședința fusese convocată pentru orele 18,30, la ordinea zilei fiind următoarele chestiuni:

1. Budgetul Societății pe anul 1922—1923.
2. Diverse.

Fiind prezenți la această ședință numai D-nii Bușilă C., Bușilă I., Ioachimescu A., Ionescu I. și Ștefănescu N. P., comitetul n'a putut delibera, și în conformitate cu art. 22 din Statute, s'a hotărât a se face o a doua convocare când urmează să se ia în discuțiune chestiunile la ordinea zilei cu un număr de cel puțin trei membri.

Președinte, (ss) **N. P. Ștefănescu**

Secretar, (ss) **Ioan Bușilă**

PROCES-VERBAL

al

Ședinței Comitetului din ziua de 2 Ianuarie 1923

Ședința se deschide la orele 18,45 sub președenția D-lui Președinte N. P. Ștefănescu și în prezența D-lor membri:

Athanasescu T., Bușilă I., Filipescu Gh. Em., Ghika Ș. Ionescu I., Manoilescu M., Popescu Gh. și Țițeica Gh.

1. Intrându-se în ordinea de zi se dă cetire sumarului ședințelor dela 20 și 27 Decembrie 1922, care se aprobă.

2. D-nul Președinte aduce la cunoștință pierderea Inginerului Inspector General Al. Zahariade la a cărei înmormântare Societatea a fost reprezentată prin D-nii: I. Ionescu, Gh. Popescu, Athanasescu, Balș Gh., Balș Th. și I. Bușilă.

Cu această ocaziune D-sa a pronunțat o cuvântare evidențând meritele celui dispărut.

Regretă că din cauză că decesul s'a aflat prea târziu n'a mai fost timpul material pentru depunerea unei coroane.

3. Comitetul luând cunoștință de scrisoarea D-lui Gri-gore Gafencu prin care înștiințează Societatea despre încetarea din viață a părintelui său, Inginerul Inspector Gen.

A. Gafencu, hotărăște ca o delegațiune să ia parte la înmormântare, depunând și o coroană din partea Societății.

D-l Președinte N. P. Ștefănescu, se oferă să rostească o cuvântare la înmormântare, iar D-l I. Ionescu, să întocmească un necrolog care să se publice în buletinul Societății.

4. D-l Casier T. Atanasescu expune proiectul de buget al Societății pe anul 1922 — 1923, arătând bazele de evaluare ale veniturilor și ale cheltuelilor pe care le-a avut în vedere la alcătuirea bugetului.

Comitetul găsimd că lefurile personalului sunt prea reduse față de greutatea timpurilor actuale, hotărăște a se spori după cum urmează :

Intendentul va primi lunar Lei 1.500.—

Primul om de serviciu se va plăti lunar cu » 1.000.—

Al 2-lea » » » » » » » » 900.—

Pentru doi funcționari care să facă lucrările de contabilitate și secretariat, se acordă lunar câte . Lei 1.500.—

În urma discuțiunilor avute, se aprobă bugetul în forma alăturată.

5. Se hotărăște reprimirea în Societate a D-lui Inginer D. Budișteanu, radiat în Noembrie 1900, plătind pentru punerea sa la curent cu cotizațiunile din trecut suma de 1.500 lei.

6. D-l T. Atanasescu care a primit însărcinarea de a studia împreună cu un delegat al Societății «Asociațiunea Generală a Inginerilor din România» chestiunea utilizării în comun a bibliotecii, expune rezultatele studiului întreprinse.

Comitetul aprobă propunerile făcute de D-l Atanasescu în afară de chestiunea numirii unui bibliotecar care să amână pentru mai târziu.

Nemai fiind nimic la ordinea zilei, ședința se ridică la orele 19.35.

Aprobat în ședința Comitetului dela 12 Martie 1923.

Președinte, (ss) **N. P. Ștefănescu**

Secretar, (ss) **Ioan Bușilă**

PROCES-VERBAL

al

Ședinței Comitetului din ziua de 27 Ianuarie 1923

Ședința se deschide la orele 21 sub președenția D-lui Președinte N. P. Ștefănescu și în prezența D-lor membrii: Athanasescu T., Bușilă C., Bușilă I., Filipescu G. Em., Ghika Șerban și A. Ioachimescu.

1. Intrându-se în ordinea de zi D-l Cășier C. Atanasescu aduce la cunoștința Comitetului că în ziua de 29 Ianuarie a. c. Societatea este chemată în judecată în fața Tribunalului Ilfov de către D-l Procopie Dumitrescu, care ar fi noul proprietar al localului ocupat de Societate. pentru neplată a chiriei la termen. D-sa arată că actele necesare apărării noastre au fost depuse din vreme la D-l avocat Alexandru Ionescu care s'a oferit să susțină și acest proces în mod gratuit.

Comitetul având în vedere prescripțiunile art. 18 din Statutele Societății hotărăște ca să se dea delegațiune D-lui Inginer-Șef N. Georgescu să reprezinte Societatea în acest proces.

Ședința se ridică la orele 21,30, rămânând ca Comitetul să fie convocat mai târziu pentru soluționarea celorlalte chestiuni ce sunt la ordinea zilei.

Aprobat în ședința Comitetului din ziua de 12 Martie 1923.

Președinte, (ss) **N. P. Ștefănescu**

Secretar, (ss) **Ioan Bușilă**

PROCES-VERBAL

al

Ședinței Comitetului din ziua de 12 Martie 1923

Ședința se deschide la orele 19 sub președenția D-lui Președinte N. P. Ștefănescu și în prezența D-lor membri: Atanasescu T., Bușilă I., Filipescu G. Em., Ghika Șerban, Ioachimescu A. și Mirea St.

1. Intrându-se în ordinea de zi, se dă cetire sumarelor ședințelor dela 2 și 27 Ianuarie a. c. care se aprobă.

2. Domnul Președinte aduce la cunoștința Comitetului pierderea Inginerului Dumitru Dima la a cărui înmormântare Societatea a fost reprezentată de D-l S. N. Mirea care a rostit o cuvântare și a depus și o coroană din partea Societății.

3. Se dă citire adresei D-lui Inginer-șef N. Georgescu prin care face cunoscut stadiul procesului intentat Societății de D-l Fl. Procopie Dumitrescu pentru imobilul ocupat de dânsa.

D-sa cere a se da delegațiune unui alt membru de a reprezenta Societatea în proces, întrucât la noul termen (15 Martie 1923) numai poate îndeplini această însărcinare.

Comitetul hotărăște a se da această delegațiune D-lui Inginer Mihail N. Popescu.

4. Comitetul Societății luând cunoștință de adresa Asociațiunii Generale a Inginerilor din România Nr. 19 prin care se cere avizul în privința angajării unui bibliotecar care să facă serviciu pentru ambele Societăți și retribuit cu 1000 lei lunar, decide a se menține hotărârea luată în ședința dela 2 Ianuarie a. c. adică să se amâne angajarea pentru mai târziu și să se comunice aceasta Societății A. G. I. R.

5. Se ia în discuțiune cererea D-lui G. Roman, meseriaș la C. F. R. de a se studia de către o comisiune mixtă compusă din meseriași și ingineri întocmirea unui vocabular tehnic românesc pentru denumirea tuturor mașinilor și uneltelor întrebuintate în diferitele meserii.

Comitetul însărcinează pe D-l T. Atanasescu să studieze mai de aproape chestiunea și să-și dea avizul.

6. Se aprobă cererea Societății inginerilor și arhitecților bulgari de a li se trimite publicațiunile societății noastre în schimbul publicațiunilor similare ce vor apare în această țară.

7. Primindu-se programul «Congrès Internațional d'Urbanisme et d'Hygiène Municipale» din Strasburg care va avea loc în zilele de 15, 16, 17 și 18 Iulie 1923 și în al cărui comitet de patronaj figurează și Societatea noastră se hotărăște a trimite adeziunea societății și a se publica prospectul în buletin.

8. Primind din partea Academiei Române chestionarul

trimis de Comisiunea de Cooperațiune intelectuală de pe lângă Societatea Națiunilor, comitetul delegă pe D-l G. Țițica să studieze chestiunea și să supună comitetului răspunsul ce urmează să dăm.

9. Se admit ca membri noi sub rezerva aprobării Adunării Generale D-nii ingineri: Mateescu Cristea, Neamțu P. și Ceausoglu Victor.

10. Se fixează costul anunțurilor în Buletinul Societății la 3000 lei pentru o pagină și 1500 lei pentru o jumătate de pagină.

11. Se hotărăște a se interveni pe lângă D-l N. Ilescu Brânceni ca Societatea prezidată de D-sa să-și pună titlul complet atât pe invitațiuni cât și pe ori-ce fel de publicațiuni pentru a evita pe viitor confuziuni.

12. Ne mai fiind nimic la ordinea zilei, ședința se ridică la orele 12.

Aprobat în ședința comitetului dela 28 Aprilie 1923.

Președinte, (ss) **N. P. Ștefănescu**

Secretar, (ss) **Ioan Bușilă**

S U M A R U L

Ședinței Comitetului din ziua de 23 Aprilie 1923

Ședința se deschide la orele 18,45 sub președenția D-lui Președinte N. P. Ștefănescu și în prezența D-lor membri: Atanasescu T., Balș G., Bușilă I., Filipescu G. Em., Ghika Șerban, Ioachimescu A., Ionescu I. și Popescu Gh.

Domnul președinte aduce la cunoștința comitetului pierderea colegului nostru Inginerul Inspector General Dumitru Danielescu la înmormântarea căruia Societatea a fost reprezentată prin D-nii vice-președinți: I. Ionescu și G. Popescu și de D-nii membri ai comitetului: Bușilă I., Mereuță Cezar și Zanne N., cari au depus o coroană din partea membrilor Societății.

Domnul Inginer Inspector General G. Popescu, a rostit cu această ocaziune un discurs evidențând meritele celui dispărut.

1. Intrându-se în ordinea de zi, se dă cetire sumarului ședinței de la 12 Martie a. c. care se aprobă.

2. Comitetul luând cunoștință de faptul că procesul intentat Societății de către D-l Fl. Procopie Dumitrescu urmează să se judece în ziua de 1 Mai a. c., delegă, în conformitate cu prescripțiunile art. 18 din statute pe D-l casier, Inginer-șef T. Atanasescu, să reprezinte Societatea.

3. Domnul T. Atanasescu propune ca Societatea să contribue lunar cu 500 lei pentru angajarea unui bibliotecar, care să aranjeze biblioteca Societății.

Comitetul aprobă propunerea pentru anul în curs.

4. Nemai fiind nimic la ordinea zilei, ședința se ridică la orele 19,30.

Aprobat în ședința comitetului dela 7 Mai 1923.

Președinte, (ss) **N. P. Ștefănescu**

Secretar, (ss) **Ioan Bușilă**

Câmpul de aplicație al teoremei lui REYE

N. PROFIRI

Inginer

1. După teorema lui *Reye*, orice secție plană se poate înlocui — pentru calculul momentelor ei de inerție ¹⁾ — prin puncte de anumită masă, având aceiaș arie, acelaș centru de greutate și trei momente de inerție egale cu trei momente de inerție ale secției considerate.

Un triunghi, de pildă, se poate înlocui printr'un sistem de 3 puncte de arie $\frac{\Omega}{3}$, situate în mijloacele laturilor acelui triunghi.

Modurile, prin care se pot înlocui astfel, diferitele secții plane, sunt însă infinit de multe. Dar oricare ar fi forma geometrică a secției, nu pot exista în substituirile de care ne ocupăm, sisteme de puncte-masă, care să fie compuse din mai puțin de trei puncte.

În adevăr, dacă am înlocui secția dată numai printr'un punct masă, acest punct are momente ecuatoriale nule, pentru toate axele ce trec prin el. Ori, nu există suprafață, care să aibă un moment ecuatorial zero. Se știe anume, că fiecare suprafață plană are un *reziduu ecuatorial* *B*, care este momentul ecuatorial cel mai mic posibil dintre toate momentele ecuatoriale ce poate avea secția dată, față de toate axele posibile din planul ei. Momentul *B* este momentul ecuatorial minim, baricentric.

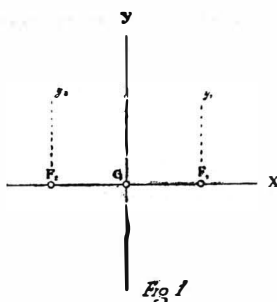
În acelaș mod se demonstrează că nu putem înlocui

¹⁾ Va fi vorba numai de momente de inerție de gradul al doilea.

o arie dată printr'un sistem de două puncte-masă, căci pentru dreapta ce unește aceste două puncte, momentul lor ecuatorial este zero.

2. *Printr-un sistem de trei puncte-masă, o secție oarecare poate fi înlocuită într'o infinitate de moduri.*

În adevăr, fie: x_1 și y_1 , x_2 și y_2 , x_3 și y_3 , coordonatele celor trei puncte-masă, ce ar echivala cu aria dată Ω , axele de coordonate fiind formate de axele principale de inerție, baricentric XGY. (Fig. 1).



Fie M_1 , M_2 și M_3 cele trei puncte-masă M_1 , cărora le afectăm arii egale: $\frac{\Omega}{3}$.

Luând momentele ecuatoriale, în raport cu axul GX, atât pentru secția Ω , cât și pentru sistemul M_1 , obținem:

$$A = a^2 \cdot \Omega = \frac{\Omega}{3} (y_1^2 + y_2^2 + y_3^2),$$

A fiind momentul ecuatorial, maximum, baricentric.

De unde:

$$y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 = \sum y_i^2 = 3 \cdot a^2 \quad (1)$$

Luând momentele ecuatoriale față de axul GY, în mod analog căpătăm:

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = \sum x_i^2 = 3 \cdot b^2 \quad (2)$$

Luând momentele centrifugale în sistemul de axe XGY, avem:

$$J_{xy} = 0 = \frac{\Omega}{3} (x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + x_3 \cdot y_3).$$

De unde :

$$x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + x_3 \cdot y_3 = \Sigma x_i y_i = 0 \quad (3)$$

Condiția că G este centrul de greutate al sistemului de trei puncte M_1 , ne dă relațiile :

$$\Sigma x_i = 0 ; \Sigma y_i = 0 \quad (4)$$

Observăm în treacăt că aceste relații le putem obține calculând momentele ecuatoriale pentru axele $F_1 y_1$, $F_2 y_2$, care trec prin focarele de inerție¹⁾, paralel cu GY și apoi luând și momentele centrifugale în sistemele $X F_1 y_1$ și $X F_2 y_2$.

În definitiv, pentru cele 6 necunoscute x_i și y_i , dispunem de cinci ecuații :

$$\left. \begin{aligned} x_1 + x_2 + x_3 &= \Sigma x_i = 0 ; \\ y_1 + y_2 + y_3 &= \Sigma y_i = 0 ; \\ x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3 &= \Sigma x_i y_i = 0 ; \\ x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 &= \Sigma x_i^2 = 3 b^2 ; \\ y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 &= \Sigma y_i^2 = 3 a^2 . \end{aligned} \right\} \quad (I)$$

Acest sistem de ecuații ne arată că avem o infinitate de soluții. Să mai observăm că am atribuit celor trei puncte M_1 mase egale $\frac{\Omega}{3}$, câtă vreme le puteam afecta arii diferite, cu singura condiție ca suma lor să fie neconținut Ω .

Sistemul (I) de ecuații mai învederează că putem dispune de una din necunoscute, de pildă x_1 . În acest caz, putem deduce relațiile :

$$x_2 = \frac{1}{2} \left[\pm \sqrt{3(2b^2 - x_1^2)} - x_1 \right] \quad (5)$$

$$x_3 = -\frac{1}{2} \left[\pm \sqrt{3(2b^2 - x_1^2)} + x_1 \right] \quad (6)$$

Apoi :

$$y_i = \pm \frac{a}{b} \sqrt{2b^2 - x_1^2} \quad (7)$$

¹⁾ Punctele F_1 și F_2 , care se bucură de proprietatea că momentele ecuatoriale ale ariei considerate față de orice ax trecând prin acele puncte sunt constante, — le-am numit «focare de inerție».

$$y_2 = \frac{1}{2} \left[\pm \sqrt{3(2a^2 - y_1^2)} - y_1 \right] \quad (8)$$

$$y_3 = -\frac{1}{2} \left[\pm \sqrt{3(2a^2 - y_1^2)} + y_1 \right] \quad (9)$$

De aici se vede că trebuie să avem îngrădirile:

$$x_1^2 \leq b^2 ; y_1^2 \leq 2a^2 \quad (10)$$

3. O soluție a sistemului (I) de ecuații o căpătăm imediat făcând $x_1 = 0$. Coordonatele celor 3 puncte M_i vor fi:

$$\begin{aligned} x_1 &= 0, & x_2 &= b \sqrt{\frac{3}{2}}, & x_3 &= -b \sqrt{\frac{3}{2}}, \\ y_1 &= a \sqrt{2} & y_2 &= -a \frac{\sqrt{2}}{2}, & y_3 &= -a \frac{\sqrt{2}}{2}. \end{aligned}$$

Tot astfel, făcând $y_1 = 0$, obținem:

$$\begin{aligned} x_1 &= b \sqrt{2}, & x_2 &= -b \frac{\sqrt{2}}{2}, & x_3 &= -b \frac{\sqrt{2}}{2}, \\ y_1 &= 0 & y_2 &= a \sqrt{\frac{3}{2}}, & y_3 &= -a \sqrt{\frac{3}{2}}. \end{aligned}$$

Un dreptunghi, de exemplu, de dimensi m și h , poate fi înlocuit cu un sistem de trei puncte M_i de masă $\left(\frac{mh}{3}\right)$, cum se arată în figura 2.

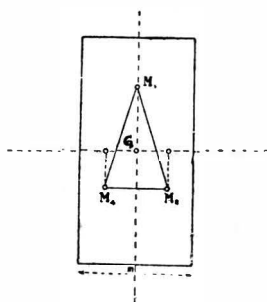


Fig. 2

Razele de rotație principale fiind în acest caz

$$a^2 = \frac{h^2}{12} \quad \text{și} \quad b^2 = \frac{m^2}{12},$$

vom avea :

$$\overline{GM_1} = \frac{h}{\sqrt{6}} \quad ; \quad \overline{M_2 M_3} = \frac{m}{\sqrt{2}}$$

4. O consecință imediată a sistemului (I) de ecuații este calculul momentului polar al unui triunghi, față de centrul său de greutate. Pentru acest calcul, presupun că cele trei puncte M_1 ocupă mijloacele laturilor triunghiului. Dacă a_1 , a_2 și a_3 sunt lungimile laturilor, avem :

$$\overline{M_1 M_2} = \frac{a_3}{2} \quad ; \quad \overline{M_2 M_3} = \frac{a_1}{2} \quad ; \quad \overline{M_1 M_3} = \frac{a_2}{2}.$$

Sau, cu ajutorul coordonatelor, vom putea scrie :

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 = \frac{1}{4} a_3^2 ;$$

$$(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2 = \frac{1}{4} a_1^2 ;$$

$$(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2 = \frac{1}{4} a_2^2.$$

Adunând, obținem :

$$2 \sum x_i^2 + 2 \sum y_i^2 - 2(x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1 x_3) - 2(y_1 y_2 + y_2 y_3 + y_1 y_3) = \frac{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}{4}$$

Ecuațiile sistemului (I) ne dau :

$$\sum x_i^2 = 3 b^2 \quad ; \quad \sum y_i^2 = 3 a^2 \quad ;$$

apoi :

$$-2(x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1 x_3) = 3 b^2 \quad (11)$$

$$-2(y_1 y_2 + y_2 y_3 + y_1 y_3) = 3 a^2 \quad (12)$$

Cu aceste valori, relația precedentă devine :

$$a^2 + b^2 = \frac{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}{36}$$

Sau :

$$J_G = \frac{1}{36} \Omega (a_1^2 + a_2^2 + a_3^2).$$

5. Consecința cea mai de seamă a sistemului (I) de ecuații este relația (7) stabilită mai sus :

$$y_1 = \pm \frac{a}{b} \sqrt{2b^2 - x_1^2},$$

care se poate pune sub forma :

$$\frac{x^2}{2b^2} + \frac{y^2}{2a^2} = 1 \quad (13)$$

Cu alte cuvinte, locul geometric al sistemelor de puncte M_1 este o elipsă cu acelaș axe ca și elipsa centrală de inerție *Culmann*, mărimea semiaxelor fiind însă $a\sqrt{2}$ și $b\sqrt{2}$.

Prin urmare, orice secție de arie Ω se poate înlocui — pentru calculul momentelor de inerție — cu un sistem de trei puncte de arie $\frac{\Omega}{3}$, având acelaș centru de greutate ca și secția considerată. Toate aceste sisteme de trei puncte M_i se găsesc pe o elipsă cu centru în G și cu semiaxele $a\sqrt{2}$ și $b\sqrt{2}$, pe disecțiile axelor elipsei centrale *Culmann*. Luând un punct oarecare M_1 pe această elipsă, găsim pe celelalte două puncte M_2 și M_3 , astfel : unim M_1 cu G ; pe prelungirea drepte $M_1 G$ luăm $\overline{Gm} = \frac{1}{2} \overline{M_1 G}$; prin punctul m ducem direcția conjugată cu $M_1 G$. Intersecția acestei drepte duse prin m , cu elipsa, ne va da punctele căutate M_2 și M_3 .

Elipsa, a cărei ecuație este relația (13), o vom numi pentru prescurtare *elipsa lui Reye*.

Corolare.

a) Orice triunghi $M_1 M_2 M_3$ înscris în elipsa lui *Reye* și cu centrul de greutate în centrul elipsei, formează prin vârfurile lui un sistem de trei puncte-masă M_i .

b) Înălțimile triunghiului format de un sistem de trei puncte-masă M_i sunt trei normale concurente ale elipsei lui *Reye*.

c) Toate triunghiurile cu centrul de greutate în centrul elipsei și cu mijloacele laturilor pe acea elipsă, vor avea aceeaș elipsă centrală de inerție *Culmann*.

6. Dacă celor trei puncte-masă M_1, M_2 și M_3 le afectăm

arii neegale : $K_1 \Omega$, $K_2 \Omega$ și $K_3 \Omega$, sistemul (I) de ecuații se-
ua înlocui cu următorul :

$$\left. \begin{aligned} K_1 + K_2 + K_3 &= \Sigma K_i = 1 ; \\ K_1 x_1 + K_2 x_2 + K_3 x_3 &= \Sigma K_i x_i = 0 ; \\ K_1 y_1 + K_2 y_2 + K_3 y_3 &= \Sigma K_i y_i = 0 ; \\ K_1 x_1 y_1 + K_2 x_2 y_2 + K_3 x_3 y_3 &= \Sigma k_i x_i y_i = 0 ; \\ K_1 x_1^2 + K_2 x_2^2 + K_3 x_3^2 &= \Sigma K_i x_i^2 = b^2 \\ K_1 y_1^2 + K_2 y_2^2 + K_3 y_3^2 &= \Sigma K_i y_i^2 = a^2 \end{aligned} \right\} \quad (II)$$

Intre x_1 și y_1 , de pildă, deducem relația :

$$\frac{x_1^2}{\left(\frac{1-K_1}{K_1}\right) \cdot b^2} + \frac{y_1^2}{\left(\frac{1-K_1}{K_1}\right) \cdot a^2} = 1 \quad (14)$$

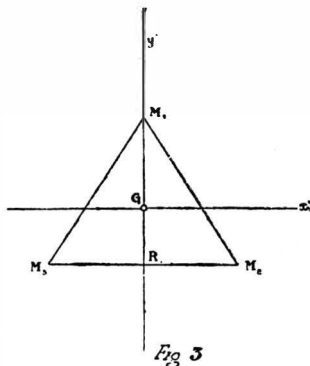
Prin schimbarea indicilor, găsim ecuațiile locurilor
geometrice ale punctelor M_2 și M_3 . Aceste locuri geometrice
sunt deasemenea elipse analoage cu elipsa *Reye*, și anume
omotetice cu ea.

Pentru cazul : $K_1 = K_2 = K_3 = \frac{1}{3}$, cele trei elipse ale
punctelor M_i se contopesc cu elipsa lui *Reye*.

Elipsa lui Reye.

7. Existența acestei elipse, a cărei ecuație este relația
(13) dela paragraful precedent, se poate stabili pe o cale
foarte simplă, după cum urmează.

Fie M_1 , M_2 și M_3 un sistem de trei puncte de masă $\frac{\Omega}{3}$



fiecare, sistem echivalent cu arie considerată Ω , în ce privește momentele de inerție (Fig. 3).

Direcțiile $G M_1$ și $M_2 M_3$ fiind două direcții conjugate pentru triunghiul, ele vor fi direcții conjugate și pentru aria Ω . Duc prin G sistemul de axe $x' G y'$, paralele cu aceste direcții. Fie q_x și q_y razele de rotație ale momentelor ecuatoriale față de axele $G x'$ și $G y'$, în sistemul de axe $x' G y'$.

Luând momentele ecuatoriale față de axul $G x'$, vom avea :

$$J_{x'} = q_x^2 \cdot \Omega = \frac{\Omega}{3} \left(\overline{M_1 G^2} + 2 \cdot \frac{\overline{M_1 G^2}}{4} \right) = \frac{1}{2} \cdot \overline{M_1 G^2} \cdot \Omega$$

$$\therefore \overline{M_1 G^2} = 2 \cdot q_x^2$$

Adică : razele $\overline{G M_i}$ sunt proporționale cu razele elipsei *Culmann*. Prin urmare, locul punctelor M_i este elipsa lui *Reye* cu semiaxele $a \sqrt{2}$ și $b \sqrt{2}$. Execuția ei în sistemul de axe XGY va fi :

$$\frac{x^2}{2b^2} + \frac{y^2}{2a^2} = 1 \quad (1)$$

Ca verificare, putem arăta că punctele M_2 și M_3 se găsesc pe această elipsă, luând momentele ecuatoriale față de axul $G y'$.

Vom obține :

$$J_{y'} = q_y^2 \cdot \Omega = \frac{\Omega}{3} \cdot 2 \cdot \frac{\overline{M_2 M_3^2}}{4} = \frac{1}{6} \cdot \Omega \cdot \overline{M_2 M_3^2}$$

$$\therefore \left(\frac{M_2 M_3}{2} \right)^2 = \frac{3}{2} q_y^2$$

Ecuția elipsei lui *Reye* în sistemul $x' G y'$ este însă :

$$\frac{x'^2}{2q_y^2} + \frac{y'^2}{2q_x^2} = 1$$

Pentru ordonata $y = -q_x^2 \frac{\sqrt{2}}{2}$, această ecuație ne dă abscisa :

$$x'^2 = \frac{3}{2} \cdot q_y^2 = \left(\frac{M_2 M_3}{2} \right)^2$$

Numim, pentru prescurtare, elipsa cu ecuația (1) : *elipsa primară Reye*; iar celelalte elipse omotetice cu ea și cu elipsa *Culmann* vor fi denumite *elipse secundare Reye*, ca de pildă elipsele cu ecuația (14) dela numărul 6, al paragrafului ce precede.

8. In acelaș mod, putem determina locul punctelor M_i , când se atribue sistemului de trei puncte — massă M_1 , M_2 și M_3 , ariile diferite $K_1 \Omega$, $K_2 \Omega$ și $K_3 \Omega$, cu condiția

$$K_1 + K_2 + K_3 = 1$$

Raportându-ne la figura 3, să presupunem că G este centrul de greutate al masselor $K_1 \Omega$, $K_2 \Omega$ și $K_3 \Omega$, situate în vârfurile triunghiului $M_1 M_2 M_3$. Luând momentele ecuatoriale față de axul Gx' , obținem:

$$J_{x'} = \varrho_x^2 \Omega = \Omega \left[K_1 \cdot \overline{M_1 G}^2 + (K_2 + K_3) \cdot \overline{G R_1}^2 \right],$$

unde R_1 este intersecția dreptelor $M_1 G$ și $M_2 M_3$. Dar,

$$K_1 \cdot \overline{M_1 G} = (K_2 + K_3) \cdot \overline{G R_1}$$

$$\therefore \overline{G R_1} = \frac{K_1}{1 - K_1} \cdot \overline{M_1 G}.$$

Cu acest rezultat, relația ce precede devine:.

$$\overline{M_1 G}^2 = \left(\frac{1 - K_1}{K_1} \right) \cdot \varrho_x^2$$

Adică: razele punctelor M_1 sunt proporționale cu razele vectorii ale elipsei *Culmann* și deci locul lor va fi o elipsă de ecuație.

$$\frac{\frac{X_1^2}{\left(\frac{1 - K_1}{K_1} \right) b^2}}{\left(\frac{1 - K_1}{K_1} \right) a^2} = 1 \quad (2)$$

în sistemul axelor principale XGY . Această elipsă este o elipsă secundară *Reye*.

La fiecare coeficient K_i va corespunde o elipsă, ale cărei semiaxe vor fi date de relația (2).

Elipsele lui *Reye* se pot raporta și la două direcții conjugate, cărora în elipsa *Culmann* să le corespundă diametrii conjugăți $2a'$ și $2b'$. Ecuația, în acest caz, va avea forma:

$$\frac{X'^2}{\left(\frac{1-K_1}{K_1}\right)b'^2} + \frac{Y'^2}{\left(\frac{1-K_1}{K_1}\right)a'^2} = 1 \quad (3)$$

9. Ca aplicație a acestor formule să considerăm dreptunghiul LMNQ, de dimensi m și h (figura 4). Ne propunem a înlocui acest dreptunghi printr'un sistem de trei puncte-masă, unul din aceste puncte fiind un vârf al dreptunghiului: de exemplu, M.

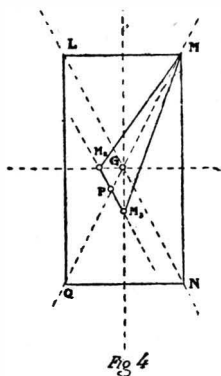


Fig 4

Trebue să calculăm mai întâi ce arie afectăm acestui punct-masă. Observăm, pentru aceasta, că diagonalele unui dreptunghi formează un sistem de axe conjugate cu momente ecuatoriale egale.

Valoarea acestor momente este $\frac{1}{24} D^2 \Omega$, în care D este diagonala dreptunghiului.

Vom avea atunci:

$$\overline{GM^2} = \left(\frac{D^2}{2}\right) = \left(\frac{1-K_1}{K_1}\right) \cdot Q_d^2$$

unde

$$Q_d^2 = \frac{1}{24} D^2$$

Deci

$$\frac{1-K_1}{K_1} = 6 ; K_1 = \frac{1}{7}$$

Vom atribui, prin urmare, vârfului M aria $\frac{1}{7}\Omega$.

Presupunem acum că celorlalte două puncte M_2 și M_3 le afectăm arii egale: $K_2 \Omega$. Atunci:

$$K_2 = \frac{1-K_1}{2} = \frac{3}{7} ; \frac{1-K_2}{K_2} = \frac{4}{3}.$$

De aici rezultă că punctele M_2 și M_3 se vor găsi pe o paralelă la LN' , dusă prin punctul P determinat astfel ca

$$\overline{GP} = \frac{1}{6} \cdot \overline{GM},$$

deoarece în P concentrăm $\frac{6}{7}\Omega$ și în M : $\frac{1}{7}\Omega$. Apoi, punctele M_2 și M_3 se vor găsi pe elipsa secundară *Reye* corespunzătoare coeficientului $K_2 = \frac{3}{7}$. Această elipsă raportată la sistemul de axe $x'Gy'$ format de diagonale, va fi după relația (3):

$$\frac{x'^2}{\frac{4}{3}Q_d^2} + \frac{y'^2}{\frac{4}{3}Q_d^2} = 1.$$

De unde, deducem:

$$x'^2 + y'^2 = \frac{4}{3} \cdot \frac{D^2}{24} = \frac{1}{18} \cdot D^2$$

Abscisa x' a punctelor M_2 și M_3 fiind $\overline{GP} = \frac{1}{6} \cdot \frac{D}{2} = \frac{1}{12} \cdot D$, ordonata lor y' va fi, după ecuația ce precede:

$$y'^2 = \frac{D^2}{18} - \frac{D^2}{144} = \frac{7}{144} \cdot D^2$$

De unde

$$y' = \pm \frac{\sqrt{7}}{12} \cdot D.$$

Mai simplu, găseam această valoare, luând momentele ecuatoriale ale ariilor $\frac{3}{7}\Omega$ din M_2 și M_3 , față de diagonala MQ . Obținem astfel:

$$2 \left(\frac{3}{7} \Omega \right) y'^2 = \frac{1}{24} D^2 \cdot \Omega$$

$$\therefore y'^2 = \frac{7}{144} D^2.$$

10. Fie M_1 , M_2 și M_3 , un sistem de trei puncte de masă $K_1 \Omega$, $K_2 \Omega$ și $K_3 \Omega$, echivalent cu aria Ω , în ce privește momentele de inerție. O latură oarecare a triunghiului M_1, M_2, M_3 , de exemplu $M_2 M_3$, are ca axe conjugate în punctele M_2 și M_3 , tocmai celelalte două laturi $M_2 M_1$ și $M_3 M_1$. Căci momentele centrifugale ale masselor $K_1 \Omega$ în cele două sisteme de axe sunt zero, aceste mase aflându-se chiar pe axele de coordonate. Rezultă imediat de aici, conform proprietății fundamentale a antipolului, că intersecția M_1 a laturilor $M_2 M_1$ și $M_3 M_1$ este antipolul axului $M_2 M_3$ în raport cu elipsa *Culmann*.

Prin urmare, punctele M_i ale unui sistem de trei puncte masă, echivalent cu o arie Ω în ce privește momentele de inerție, — se bucură de proprietatea că fiecare din acele puncte M_i este antipolul axului ce unește pe celelalte două, în raport cu elipsa *Culmann*.

În mod direct, această propoziție se verifică lesnicios, raportându-ne la figura 3. Ca M_1 să fie antipolul axului $M_2 M_3$, trebuie să subsiste relația:

$$\overline{M_1 G} \cdot \overline{G R_1} = q_x^2$$

Dacă celor trei puncte M_1 li se afectează arii egale $\frac{\Omega}{3}$

Avem:
$$\overline{G R_1} = \frac{1}{2} \overline{M_1 G}$$

Și deci:
$$\overline{M_1 G} \cdot \overline{G R_1} = \frac{1}{2} \overline{M_1 G}^2$$

Dar, la Nr. 7. am stabilit că:

$$\overline{M G}^2 = 2 q_x^2.$$

Așa că:
$$\overline{M_1 G} \cdot \overline{G R_1} = q_x^2.$$

Când celor trei puncte M_i li se afectează ariile $\underline{K_i \Omega}$, am stabilit la Nr. 8 că:

$$\overline{G R_1} = \frac{K_1}{1-K_1} \cdot \overline{M_1 G}; \quad \overline{M_1 G}^2 = \left(\frac{1-K_1}{K_1} \right) Q_x^2.$$

Prin urmare, și în acest caz avem:

$$\overline{M_1 G} \cdot \overline{G R_1} = \frac{K_1}{1-K_1} \cdot \overline{M_1 G}^2 = Q_x^2.$$

11. Teorema ce precede se poate demonstra și pe cale analitică, cu ajutorul sistemului (I) de ecuații, dela Nr. 2.

Primele două ecuații ale acestui sistem ne dau:

$$x_1 + x_2 = -x_3; \quad y_1 + y_2 = -y_3.$$

Ridicând aceste relații la patrat și ținând seamă de ultimele două ecuații ale aceluiaș sistem (I), obținem:

$$3b^2 + 2x_1 x_2 = 2x_3^2; \quad 3a^2 + 2y_1 y_2 = -y_3^2.$$

Impărțind aceste două relații respectiv cu $4b^2$ și $4a^2$, adunând și ținând seamă de elipsa lui *Reye* pentru punctul M_3 :

$$\frac{x_3^2}{2b^2} + \frac{y_3^2}{2a^2} = 1, -$$

obținem relația

$$\frac{x_1 \cdot x_2}{b^2} + \frac{y_1 \cdot y_2}{a^2} + 1 = 0 \quad (4)$$

În mod analog, vom avea:

$$\frac{x_2 \cdot x_3}{b^2} + \frac{y_2 \cdot y_3}{a^2} + 1 = 0 \quad (5)$$

$$\frac{x_1 \cdot x_3}{b^2} + \frac{y_1 \cdot y_2}{a^2} + 1 = 0 \quad (6)$$

Să cercetăm semnificația acestor relații.

Antipolara punctului $M_1 (x_1, y_1)$ în raport cu elipsa *Culmann* este:

$$\frac{x \cdot x_1}{b^2} + \frac{y \cdot y_1}{a^2} + 1 = 0 \quad (7)$$

Relațiile (4) și (6) arată însă că această ecuație este satisfăcută de punctele x_2 și y_2 , x_3 și y_3 ; adică, relația ce precede (7) este ecuația dreptei $M_2 M_3$.

Am demonstrat astfel că un punct M_1 al unui sistem trei puncte M_i de masă $\frac{\Omega}{3}$, este antipolul dreptei ce unește celelalte două puncte M_2 și M_3 , în raport cu elipsa *Culmann*.

Această proprietate poate servi drept definiție pentru elipsa primară *Reye*. Și anume: locul vârfurilor unui triunghi cu centrul de greutate în G și care se bucură de proprietatea că un vârf al său este antipolul laturii opuse în raport cu elipsa *Culmann*, — acel loc geometric îl formează elipsa primară *Reye*.

12. În mod analog stabilim teorema ce precede și pentru cazul când celor trei puncte M_i le afectăm arii diferite $K_i \cdot \Omega$. În acest scop, vom utiliza sistemul (II) de ecuații dela Nr. 6.

Din a 2-a și a 3-a ecuație a sistemului (II), deducem:

$$K_1 x_1 + K_2 x_2 = -K_3 x_3 \quad ; \quad K_1 y_1 + K_2 y_2 = -K_3 y_3$$

Rădicând la patrat, găsim:

$$\left. \begin{aligned} K_1^2 x_1^2 + K_2^2 x_2^2 &= K_3^2 x_3^2 - 2 K_1 K_2 x_1 x_2 \\ K_1^2 y_1^2 + K_2^2 y_2^2 &= K_3^2 y_3^2 - 2 K_1 K_2 y_1 y_2 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Eclipsele secundare *Reye* ale punctelor M_1 și M_2 ne dau:

$$\begin{aligned} \frac{K_1 x_1^2}{(1-K_1) b^2} + \frac{K_1 y_1^2}{(1-K_1) a^2} &= 1 \\ \frac{K_1 x_2^2}{(1-K_2) b^2} + \frac{K_2 y_2^2}{(1-K_1) a^2} &= 1 \end{aligned}$$

Adunând aceste două relații membru cu membru, căpătăm:

$$\begin{aligned} &\frac{K_1 (K_1 + K_3) x_1^2 + K_2 (K_2 + K_3) x_2^2}{(1-K_1) (1-K_2) b^2} + \\ &\frac{K_1 (K_1 + K_3) y_1^2 + K_2 (K_2 + K_3) y_2^2}{(1-K_1) (1-K_2) a^2} = 2. \end{aligned}$$

Ținând seamă de relațiile (8) de mai sus, precum și de ultimele două ecuații ale sistemului (II), relația precedentă devine:

$$\frac{K_3 b^2 - 2 K_1 K_2 x_1 x_2}{(1-K_1) (1-K_2) b^2} + \frac{K_3 a^2 - 2 K_1 K_2 y_1 y_2}{(1-K_1) (1-K_2) a^2} = 2$$

De unde:

$$\frac{x_1 x_2}{b^2} + \frac{y_1 y_2}{a^2} + 1 = 0$$

Am obținut astfel tocmai relația (4) de la numărul precedent. Raționamentul se continuă ca pentru cazul $K_1 = K_2 = K_3$.

13. O consecință a acestei proprietăți a triunghiului $M_1 M_2 M_3$ este următoarea.

Dacă unul din punctele M_i se găsește pe conturul ariei Ω latura opusă vârfului M_i va atinge sâmburele de inerție. Când un punct M_i va fi un vârf al conturului Ω , latura opusă punctului M_i va fi o latură a sâmburelui.

Astfel, în exemplul tratat Nr. 9, axul $M_2 M_3$ opus vârfului M al dreptunghiului va fi o latură a sâmburelui de inerție al dreptunghiului.

Când înlocuim un triunghi prin mijloacele laturilor în care concentrăm câte o treime din aria Ω , deducem că mijlocul unei laturi este antipolul drepte ce unește mijloacele celorlalte două laturi. Intersecția acestei drepte cu mediana conjugată, va fi antipolul laturei triunghiului corespunzătoare acestei mediane. Prin urmare: sâmburele de inerție al unui triunghi va fi triunghiul cu vârfurile în mijloacele medianelor.

Sisteme de mai multe puncte-masă.

14. Să considerăm un sistem de 4 puncte M_i , din care unul să ocupe centrul de greutate G al secției considerate. Vom avea astfel un sistem compus din punctul G și trei puncte M_i . Afectăm acestor trei puncte M_i arii egale $\frac{\Omega}{n}$, iar restul $\frac{n-3}{n} \cdot \Omega$ îl concentrăm în G .

În acest caz, sistemul (I) de ecuații devine:

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 + x_3 &= 0 \\ y_1 + y_2 + y_3 &= 0 \\ x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3 &= 0 \\ x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 &= n b^2 \\ y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 &= n b^2 \end{aligned}$$

Locul geometric al celor trei puncte M_i va fi o elipsă secundară *Reye*, a cărei ecuație în sistemul axelor principale este:

$$\frac{x^2}{\frac{2}{3} n \cdot b^2} + \frac{y^2}{\frac{2}{3} n \cdot a^2} = 1 \quad (1)$$

Pentru $n=3$, obținem elipsa primară *Reye*.

Găsim locul punctelor M_i , calculând raportul dintre patratele razelor vectorii ale elipsei *Culmann* și distanțele $\overline{GM_1}$, cum am făcut la Nr. 7. Raportându-ne la figura 3, să luăm momentele ecuatoriale față de axul Gx' :

$$Q_n^2 \Omega = \frac{\Omega}{n} \left(\overline{M_1 G}^2 + 2 \frac{\overline{M_1 G}^2}{4} \right) = \frac{3}{2n} \Omega \overline{M_1 G}^2$$

De unde :

$$\frac{\overline{M_1 G}^2}{Q_n^2} = \frac{2n}{3} \quad (2)$$

15. Ca aplicație a propoziției stabilite, ne propunem a cerceta dacă cele trei puncte M_i ale sistemului de 4 puncte-masă definit mai sus, pot coincide la un triunghi, cu vârfurile aceluia triunghi.

Fie m_1, m_2 și m_3 , medianele triunghiului M_1, M_2, M_3 , format de cele trei puncte M_i de masă $\frac{\Omega}{n}$. Distanța $\overline{GM_1}$ va fi egală cu $\frac{2}{3} m_1$; iar raza vectorie a elipsei *Culmann* pe direcția GM_1 este egală cu raza de girație pentru axul baricentric paralel cu latura $M_2 M_3$. Ori valoarea acestei raze de girație este:

$$Q^2 = \frac{m_1^2}{18}$$

Raportul din relația (2) de mai sus va avea prin urmare valoarea:

$$\frac{\overline{M_1 G}^2}{Q^2} = \frac{\left(\frac{2}{3} m_1 \right)^2}{\left(\frac{m_1^2}{18} \right)} = \frac{2n}{3}$$

De unde :

$$n = 12.$$

Adică : în vârfurile unui triunghi pentru concentrarea câte $\frac{\Omega}{12}$, iar în centrul de greutate G aria: $\frac{3}{4} \Omega$.

16. Celor trei puncte M_i le putem atribui arii neegale.

$K_1 \Omega, K_2 \Omega$ și $K_3 \Omega$, iar restul de arie $(1 - K_1 - K_2 - K_3) \Omega$ să-l concentrăm în centrul de greutate G .

Sistemul (II) de ecuații devine:

$$\begin{aligned} K_1 + K_2 + K_3 &= K < 1; \\ K_1 x_1 + K_2 x_2 + K_3 x_3 &= 0; \\ K_1 y_1 + K_2 y_2 + K_3 y_3 &= 0; \\ K_1 x_1 y_1 + K_2 x_2 y_2 + K_3 x_3 y_3 &= 0; \\ K_1 x_1^2 + K_2 x_2^2 + K_3 x_3^2 &= b^2; \\ K_1 y_1^2 + K_2 y_2^2 + K_3 y_3^2 &= a^2. \end{aligned}$$

Ecuația locului geometric al unui punct M_1 va fi:

$$\frac{x_1^2}{\left(\frac{K-K_1}{K K_1}\right) b^2} + \frac{y_1^2}{\left(\frac{K-K_1}{K K_1}\right) a^2} = 1 \quad (3)$$

Am obținut iarăși o elipsă secundară *Reye*.

Găseam același rezultat, procedând ca la Nr. 8. Raportându-ne la figura 3, vom putea scrie:

$$Q_x^2 = K_1 \overline{M_1 G}^2 + (K_2 + K_3) \overline{G R_1}^2$$

Avem apoi:

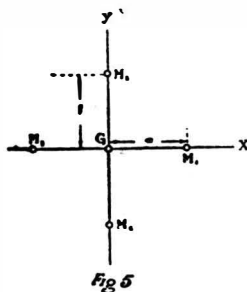
$$K_1 \overline{M_1 G} = (K_2 + K_3) \overline{G R_1}$$

Așa că în definitiv obținem:

$$\overline{M_1 G}'^2 = \left(\frac{K-K_1}{K \cdot K_1}\right) \cdot Q_x^2$$

relație care ne arată că locul punctului M_1 este o elipsă secundară *Reye*.

17. Să considerăm un sistem de 4 puncte M_i , de mase $\frac{\Omega}{3}$ și situate pe axele principale de inerție $G X$ și $G Y$, cum arată figura 5.



Insemnăm :

$$\overline{M_1 G} = x \quad \text{și} \quad \overline{M_2 G} = y.$$

Luăm momentele ecuatoriale față de axul $G X$ și avem :

$$A = a^2 \cdot \Omega = 2 \cdot \frac{\Omega}{4} \cdot y^2$$

De unde :

$$y^2 = 2 a^2 \quad \text{și} \quad y = \pm a \sqrt{2} \quad (4)$$

În mod analog, găsim :

$$x^2 = 2 b^2 \quad \text{și} \quad x = \pm b \sqrt{2} \quad (5)$$

Aceste din urmă două relații (4) și (5), ne arată că cele patru puncte M_i se găsesc pe elipsa *Reye* și anume pe axele ei.

18. Introducând un al cincilea punct-masă în centrul de greutate G și afectând punctelor M_i arii egale $\frac{\Omega}{n}$, unde $n > 4$, vom avea :

$$A = a^2 \cdot \Omega = 2 \frac{\Omega}{n} \cdot y^2$$

De unde :

$$y^2 = \frac{n}{2} a^2 \quad \text{și} \quad y = \pm a \sqrt{\frac{n}{2}} \quad (6)$$

Analog :

$$x^2 = \frac{n}{2} b^2 \quad \text{și} \quad x = \pm b \sqrt{\frac{n}{2}} \quad (7)$$

Luând de exemplu. $n = 8$, obținem $y = \pm 2 a$ și $x = \pm 2 b$.

Adică : distanțele $G M_1$ și $G M_2$ vor fi îndoitul semi-axelor elipsei *Culmann*.

Ca aplicație, să calculăm valoarea n așa ca un dreptunghi de dimensi m și h să fie înlocuit printr-un sistem de 5. puncte-masă : G și 4 puncte M_i mijloacele laturilor.

La dreptunghi, avem :

$$a^2 = \frac{h^2}{12} ; \quad b^2 = \frac{m^2}{12}$$

Făcând în relația (6)

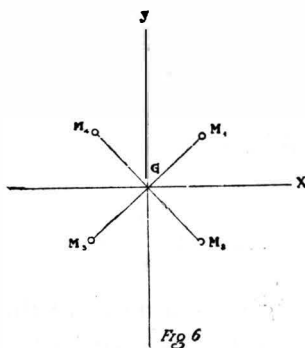
$$y = \frac{h}{2},$$

vom deduce coeficientul n :

$$\frac{h^2}{4} = \frac{n}{2} \cdot \frac{h^2}{12}$$

$$\therefore n = 6.$$

19. Să generalizăm puțin, luând sistemul de patru puncte-masă format din două perechi de puncte simetrice față de G (Fig. 6).



Afectăm celor 4 puncte M_i arii egale: $\frac{\Omega}{4}$.

Coordonatele punctelor M_i în sistemul XGY vor fi:

$$x_1, y_1 ; x_2, y_2 ; -x_1, -y_1 ; -x_2, -y_2.$$

Luând momentele ecuatoriale față de GX , vom avea:

$$A = a^2 \cdot \Omega = \frac{\Omega}{4} (2y_1^2 + 2y_2^2)$$

$$\therefore y_1^2 + y_2^2 = 2a^2 \quad (8)$$

În mod analog, avem:

$$x_1^2 + x_2^2 = 2b^2 \quad (9)$$

Luând momentele centrifugale în sistemul XGY , obținem:

$$O = \frac{\Omega}{4} (2x_1 y_1 + 2x_2 y_2)$$

$$\therefore x_1 y_1 + x_2 y_2 = 0 \quad (10)$$

Intre ecuațiile (8), (9) și (10) eliminând pe x_2 și y_2 , căpătăm :

$$\frac{x_1^2}{2b^2} + \frac{y_1^2}{2a_2^2} = 1 \quad (11)$$

Pentru punctele M_2 și M_4 vom găsi aceiaș ecuație, așa că locul geometric al celor 4 puncte M_i este elipsa primară *Reye*.

Relația (10) învederează că axele $M_1 M_3$ și $M_2 M_4$ sunt axe conjugate : paralelogramul $M_1 M_2 M_3 M_4$ are ca diagonale doi diametri conjugăți ai elipsei *Reye*.

20. Rezultatele numărului precedent le putem găsi imediat pe calea următoare.

Momentul centrifugal al sistemului de 4 puncte M_i fiind nul față de axele $M_1 G M_2$, rezultă că axele $M_1 M_3$ și $M_2 M_4$ sunt conjugate.

Luând momentele ecuatoriale față de axul $M_1 M_3$, obținem :

$$\varrho_2^2 \cdot \Omega = 2 \cdot \frac{\Omega}{4} \cdot \overline{G M_2}^2,$$

unde ϱ_2 este raza de girație a momentului ecuatorial pentru axul $M_1 M_3$. Adică : ϱ_2 este raza vectorie a elipsei *Culmann* pe direcția $G M_2$.

Din relația ce precede deducem :

$$\overline{G M_2}^2 = 2 \varrho_2^2.$$

Locul punctelor M_i va fi, prin urmare, elipsa primară *Reye*.

Ecuația acestei elipse în raport cu axele conjugate $M_1 M_3$ și $M_2 M_4$ va fi de forma :

$$\frac{x_1^2}{2b_1^2} + \frac{y_1^2}{2a_1^2} = 1 \quad (12)$$

unde $2a'\sqrt{2}$ și $2b'\sqrt{2}$ însemnă mărimea diametrilor conjugăți.

12. Să introducem un al cincilea punct-masă în centrul de greutate G , pe lângă cele 4 puncte M_i cu arii egale $\frac{\Omega}{n}$, formând un paralelogram. În G vom concentra aria

$\left(\frac{n-4}{n}, \Omega\right)$. Și aici trebuie să avem condiția: $n > 4$.

Procedând ca la Nr. 19., obținem relațiile următoare:

$$\left. \begin{aligned} x_1^2 + x_2^2 &= \frac{n}{2} \cdot b^2 \\ y_1^2 + y_2^2 &= \frac{n}{2} \cdot a^2 \\ x_1 y_1 + x_2 y_2 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Din acest sistem de ecuații deducem locul geometric al celor 4 puncte M_i :

$$\frac{x^2}{\frac{n}{2} b^2} + \frac{y^2}{\frac{n}{2} a^2} = 1 \quad (14)$$

Locul găsit este o elipsă secundară *Reye*.

Și în acest caz, ultima relație din ecuațiile (13) arată că axele $M_1 M_3$ și $M_2 M_4$ sunt axe conjugate.

Ca aplicație, să calculăm valoarea lui n pentru un paralelogram, ale cărui vârfuri să fie ocupate de cele 4 puncte M_i . Dacă D_1 și D_2 sunt diagonalele acestui paralelogram, razele și girații corespunzătoare diagonalelor au ca patrate:

$$\frac{D_1^2}{24} \text{ și } \frac{D_2^2}{24}.$$

Relația, care ne dă pe n , este:

$$\frac{n}{2} \cdot \frac{D_1^2}{24} = \frac{D_1^2}{4} \\ \therefore n = 12.$$

Dacă cele 4 puncte M_i ocupă mijloacele laturilor paralelogramului, ale cărui laturi sunt m și h , vom avea:

$$\frac{n}{2} \cdot \frac{h^2}{12} = \frac{h^2}{4} \\ \therefore n = 6.$$

Observare. Nu mai insistăm asupra nenumăratelor generalizării, de care este susceptibilă problema tratată în acest paragraf. Ne-am mărginit să arătăm numai spiritul, în care se pot efectua asemenea generalizări.

Hangar-tip din beton armat, de 30 metri deschidere, pentru avioane

GABRIELESCU C. EM.

Inginer

Pentru exploatarea liniei aeriene București (Băneasa) Galați—Chișinău, s'au fixat trei aeroporturi, în București (Băneasa), în Galați și în Chișinău.

Aceste aeroporturi urmau să fie amenajate astfel ca să corespundă scopului pentru care au fost create.

Aeroportul București (Băneasa) din cauza importanței sale având a fi, în cazul unei politici inteligente, nodul tuturor căilor aeriene ce vor pleca din Occident spre Orient și dela Nord spre Sud, s'a proiectat în calitate de aeroport principal. Celelalte două dela Galați și dela Chișinău s'au proiectat drept aeroporturi de clasa doua.

În consecință la București (Băneasa) s'a prevăzut un hangar pentru gararea avioanelor, executat din beton armat cu deschidere de 50 m., adâncime de 30 m., înălțime liberă la intrare 9 m. Descrierea acestui hangar este făcută de D-l Ing. M. Lerner în Buletinul Soc. Politehnice.

Pentru Galați și Chișinău s'a studiat un tip de hangar mai redus, având 30 m., deschidere și 25 m., adâncime, care va putea fi aplicat la toate aeroporturile de clasa II-a din România Mare.

Motivul pentru care ne-am oprit la soluțiunea betonului armat este același arătat în descrierea hangarului de la Băneasa adică că acum, este mai economică decât construcțiunea metalică.

Construcțiunea este compusă din cadre de beton armat având grinda superioară cu două pante de 0,083. — Cadrul are două articulațiuni. Schema se vede pe fig. 1.



Gabaritul l'am studiat în vederea obținerii maximului de spațiu.

Cadrelle le-am așezat la distanțe de 5 m. din ax în ax. Pentru calcule am considerat încărcările următoare:

1) Zăpadă 80 Kgr./m. p.

2) Greutate proprie 2400 Kgr./m. c., iar ca rezistențe admisibile am luat $R_f = 1200$ Kgr./cm.² și $R_b = 60$ Kg./cm.².

A rezultat pentru fiecare cadru o încărcare de 3600 Kgr./m. l.

Reacțiunile la articulații au dat:

H.=38.400 Kgr.

V.=54.000 Kgr.

Momentul maxim pozitiv, din cauza celor două pante ale acoperișului nu este la mijlocul deschiderii în C, ci în secțiunea $x=13,22$ unde momentul maxim=103.489. Kgr. m. Secțiunea cu momentul nul este la $x=5,64$ m.

Momentul la incastrare este $M_B = 211.200$ Kgr. m.

Secțiunile le-am calculat astfel ca să obțin dimensiuni mici iar materialele să lucreze cât mai aproape de limită. —Am pus armăturile nesimetrice pentru a realiza economie de material și le-am calculat la încovoierea compusă.—Pentru determinarea axei neutre în secțiunile de beton armat am întrebuințat metoda grafică.

Rezistențele cele mai mari în fier le-am obținut: $R_{fi} = 1145$ Kgr./cm.²; iar în beton $R_{bc} = 63$ Kgr./cm.². Rezistențele minime în fier le-am obținut $R_{fi} = 787$ Kgr./cm.² și în beton $R_{bc} = 48.8$ Kgr./cm.².

Acoperișul l'am format dintr'o dală de beton armat de 10 c. m. grosime așezat pe nervuri la distanțe de 5 m. —Calculul dalei l'am făcut în ipoteză că reazimă pe cele patru luturi. Nervurile au o deschidere liberă de 4,60 m., cu o înălțime de 50 c. m. la nașteri și 40 c. m. la mijloc, inclusiv grosimea dalei. Peste dală am prevăzut un strat de asfalt.

Fundațiile cadrelor le-am stabilit izolate pentru fiecare cadru, din beton armat transmitând 1,75 Kgr./c. m.², pe teren.—Fundațiunea fiecărui picior are dimensiunea 3 x 2 m.

Articulațiunile le-am realizat prin încrucișarea fiarelor în dreptul articulațiunilor.

Pereții exteriori sunt formați din nervuri de beton.

armat ce contravântuesc cadrele și între ele am umplut cu zidărie de cărămidă.

Cintrele cadrelor sunt alcătuite după cum se vede din planșa 7.

La construcțiunea acestui hangar se întrebuințează : 34 m. c., beton de fundații, 288 m. c., beton pentru beton armat ; 72 m. c., zidărie de cărămidă ; 43.096 Kg. fier rotund pentru armături ; 133 m. c., lemnărie de brad ecarisată pentru cintre și 19 m. c., lemnărie rotundă pentru cintre.

Procentul de armare este de 150 Kgr., fier la m. c. de beton.



Motorul pentru automobil și aeroplan

Sistem «Inginer Virgil Themis Alexandrescu»

VIRGIL TH. ALEXANDRESCU

Inginer

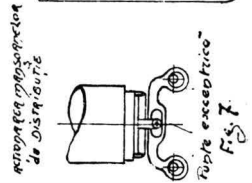
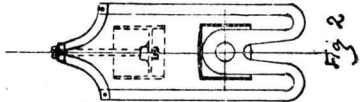
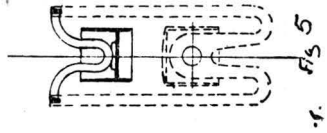
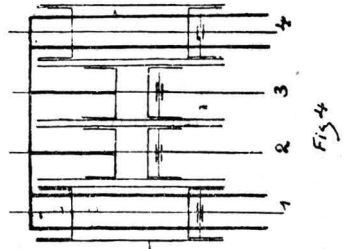
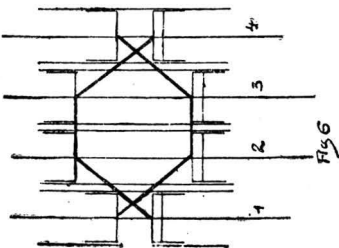
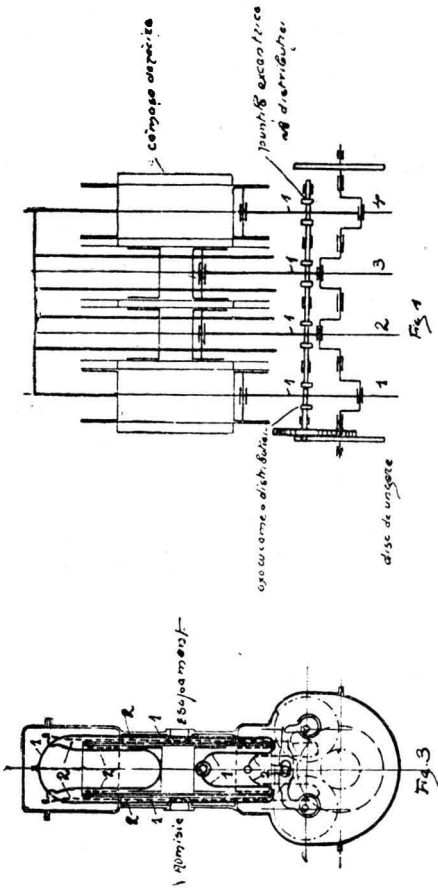
De la inventarea motorului cu patru timpi acum circa 45 ani de către francezul Beau de Rochas și până în prezent, toate perfecțiunile ce i s'au adus au tins fie la micșorarea cât mai mult posibil a consumărei combustibilului lichid, fie la îmbunătățirea de ordin mecanic pentru a face mersul cât mai puțin sgomotos și motorul cât mai simplu.

Brevetul acesta urmărește mărirea pe cât posibil atât a randamentului mecanic cât și a celui termic prin aducerea la maximum a efectului ce se poate extrage din motor pe kilogram greutate și prin repartiția cât mai favorabilă a efortului de explozie pe piesele fie mobile, fie fixe ale motorului.

Cât s'a reușit a se ajunge scopul urmărit o vor arăta experiențele ce sunt în curs de executare.

Din schițele aci alăturate se vede că acest motor constă dintr'o serie de cilindre dispuse paralel și al căror număr poate fi de 4, 6, 8 etc. Aceste cilindre sunt deschise la ambele capete și în fiecare cilindru se mișcă câte 2 pistoane în loc de unul ca la motoarele existente; mișcarea pistoanelor în fiecare cilindru se face simultan și în sens invers. Prin această dispoziție la acelaș alesaj, având o cursă de piston dublă, volumul de amestec explosiv aspirat este dublu. Camera de exploziune este situată la mijlocul cilindrului și este astfel dimensionată ca să dea compresiunea

Ing. R. B. de
22-12-1922



necesară. Asemenea orificiile de aspirație și eșapament precum și țevile corespunzătoare trebuie să fie de dimensiuni, ca viteza gazelor să nu fie exagerată. Mișcarea în sens invers și simultan a pistoanelor se realizează prin legarea în mod rigid și absolut simetric cu ajutorul unor legături și bare din tablă de oțel și oțel a pistoanelor superioare al unora din cilindre, care pistoane merg într'un sens cu pistoanele inferioare corespunzătoare, care merg în acelaș sens în celelalte cilindre.

Un mod de executare se vede în schițele aci alăturate. În figura 1 sunt reprezentate legăturile dintre pistoanele superioare ale cilindrului 1 și 4 cu pistoanele inferioare din cilindrul 2 și 3. Forma legăturilor este reprezentată în fig. 2, iar în fig. 3, aceste legături sunt numerotate cu 1 și reprezentate printr'o linie neagră. În fig. 4 se vede legăturile pistoanelor superioare și 3 cu cele inferioare 1 și 4, legături ce se văd în fig. 5, iar în fig. 3 sunt numerotate cu 2 și punctate.

Figura 6 ne arată clar cât de perfect simetric sunt stabilite aceste legături, lucru important pentru funcționarea cât mai lină și pentru echilibrarea motorului. Figurile de mai sus reprezintă un mod de a face aceste legături, care însă ca formă și dispoziție poate varia. — Tactul motor succedându-se la fiecare semi-rotatie a vilebreginului (arborelui motor) în diferitele cilindre, efortul produs de explozie se transmite simultan la ambele pistoane dintr'un cilindru. Prin intermediul legăturilor mai sus menționate și a bielor notate cu 1 în fig. 1, se realizează, că acest efort al exploziei se transmite prin pistonul inferior și bielă direct la arborele motor într'un punct și în acelaș timp prin pistonul superior la alte două puncte ale arborelui. — Așa de ex. prin explozie în cilindru 3 am avea arborele supus la un efort în lagărul 3 prin pistonul inferior, și în acelaș timp prin intermediul legăturilor și pistonul superior la un efort repartizat proporțional pe lagărele 1 și 4.

Avantajele acestei repartiții sunt evidente, ținând seama de faptul că efectul motor ar urma să fie teoretic crescut cu 100% grație cantității duble de amestec explosiv la cilindree și de-compresiunea mai ridicată.

Distribuția în planșă e reprezentată după sistemul

«Knight» însă tot așa de bine poate fi cu supape, neprezentând nici un inconvenient. Acționarea însă a manșoanelor de distribuție, după cum se vede în fig. 7, este diferită de cea existentă și se execută printr'o punte ale cărei capete sunt terminate prin excentrice montate pe două axe cari se mișcă în acelaș sens prin intermediul pignioanelor de distribuție. Mișcarea alternativă, în sus și în jos a punții se transmite prin intermediul unei role care se deplasează într'o deschidere de formă eliptică în mijlocul punții excentrice la manșonul de distribuție și anume în mijlocul ei. La fiecare cilindru sunt câte 2 punți pentru 2 manșoane cari regulează aspirația și eșapamentul. Nu s'a adaptat sistemul obișnuit cu un singur excentric din cauză că ar prezenta inconvenientul presiunii unilaterale ceace ar fi dăunător prin ovalizarea manșoanelor, ele având o lungime mare. Aceste manșoane prezintă șanțurile spirale obișnuite.

Ungerea pistoanelor și a manșoanelor de distribuție se face atât cu pompa cât și în mod automat, spre siguranța și prin discuri de oțel montate pe vilbrequin și prezentând renuri radiale pentru mai mare aderență a unsoarei. Aceste discuri prin forța centrifugă aruncă uleiul d'asupra pistoanelor superioare unde prin mișcarea alternatorie a pistoanelor perechi, este mutat de pe unul pe celălalt, pentru o mai bună ungere.

Se remarcă racirea cu cămașa de apă numai laterală culasa obișnuită a motorului dispărând, greutatea motorului se micșorează. Capacul comun face ca toate cilindrele să fie dintr'o dată accesibile.

Etanșeitatea camerei de explozie se obține prin însăși segmentele pistoanelor.

Asemenea se remarcă deservirea de către aceeași bugie și robinet de compresiune a două cilindre vecine. Evident că manșoanele de distribuție trebuiesc să fie prevăzute cu orificiile necesare așa în cât să nu pună camera de explozie în legătură cu bugia, de cât succesiv, la momentul oportun.

Rămâne ca experiențele să dovedească dacă e mai avantajos a avea câte o bugie la fiecare cilindru.

În rezumat motorul descris mai sus prezintă următoarele particularități :

1) Are câte două pistoane în fiecare cilindru mișcându-se simultan și în sens invers.

2) Legăturile între pistoane sunt făcute în sensul descris mai sus.

3) Răcirea cu apă a cilindrelor numai laterală, culasa dispărând.

4) Ungerea prin discuri de oțel montate pe vilbrequin.

5) Fiecare bugie și robinet de compresie deservește 1 sau 2 cilindre în același timp.

6) Pentru sistemul «fără supape» acționarea manșoanelor de distribuție, prin punți excentrice, în mijlocul lor.



MEMORIU

«Problema ridicării, distrugerii

și valorificării gunoaelor din Iași»

I. ANDRIESCU CALE

Inginer

Cea mai importantă chestiune, de ordin edilitar, care preocupă astăzi pe toți cetățenii Iașului, este fără îndoială, chestiunea «refacerii pavagiilor», care, după o toamnă foarte abundentă în ploi și după o primăvară, ce se anunță foarte promițătoare de inundațiuni, nu se va mai lăsa multă vreme amînată cu așteptări ce nu se mai împlinesc.

În comunicarea noastră precedentă *asupra condițiilor și posibilităților de refacere a pavagiilor Iașului*, am anunțat că printre posibilitățile de a avea pe loc material pentru executarea pavagiilor, este și aceea de a se concesiona ridicarea, arderea și valorificarea reziduurilor arderei gunoaelor, pe care Iașul le are și le produce din abundență, unei întreprinderi ce s'ar dovedi în stare să înfăptuiască un astfel de deziderat.

Comunicarea de față are rostul de a vă arăta Dvs. nu atît primejdia la care este expusă populația unui oraș prin îngrămădirea continuă și nestingherită de gunoaie, pe toate locurile virane, pe toate străzile și prin toate curțile, cît mai ales de a vă arăta ce foloase s'ar putea realiza cu un material, care încurcă, exasperează și nenorocește atîta lume. Gunoaiele au ajuns o calamitate pentru regiunea centrală a orașului, unde lipsa de spații mari libere în jurul locuințelor silește pe locatari să depoziteze toate deșeurile

menajelor prin toate locurile dosnice, prin toate ungherele și în chiar plină stradă. Căldura verii, ploile de toamnă și de primăvară, lipsa de aerăție a curților interioare, fac adevărate lăcașuri de chin din imobilele construite în chip mizerabil și înghesuite după cel mai drăcesc capriciu, pe cele mai importante și mai populate străzi ale Iașului.

Acolo unde locuitorii centrului dispun de oare care spațiu liber în cuprinsul curților lor, s'au strîns imense mormane de gunoiu, care dau un aspect de mizerie și de orientalism ucigător și care fac și pe cel mai puțin priceput în chestiunile de igienă socială să întrevadă ce primejdie grozavă amenință sănătatea publică.

Gunoaiele depuse pe rigolele și de multe ori chiar pe mijlocul străzilor sunt tîrîte de ape în canale, pe care le înfundă. Apa curge în șiroaie pe străzile în pantă, distrugând pavagiile, iar pe cele cu pantă prea slabă, stagnează pe rigole, menținând umezeala la fundația străzei și a imobilelor, pregătindu-le ruina și insalubritatea.

Indepărtarea și distrugerea gunoaelor a fost din totdeauna și va fi mereu una din chestiunile de primă preocupare a tuturor administrațiilor orășenești și chiar sătești, pentru că astfel, ele pot provoca o sporire a mortalității în populație, atît de puternică, încît toate mijloacele profilactice nu vor fi suficiente ca s'o reducă.

Istoria cunoaște nenumărate exemple de orașe, care au dispărut sau au fost reduse la simple sate, în urmă epidemiilor favorizate, întreținute, sau chiar provocate de gunoaiele lor.

Municipalitățile orașelor engleze, pe care o industrie înfloritoare le-a mărit și concentrat, în interval de cîteva decenii numai, într'un chip nemai pomenit, n'ar fi ajuns la cele mai perfecționate mijloace pentru ridicarea și distrugerea gunoaelor lor, dacă nu le-ar fi silit la aceasta ravagiile numeroaselor epidemii, care decimau mai ales clasele de jos.

Cum procesul de creștere repede ale orașelor nu înțîrzie să se producă și cu orașele de pe continent, nevoia de procedee practice și eficace pentru ridicarea și distrugerea gunoaelor se simte tot mai puternic și aici. De aceea în scurtă vreme sistemele adoptate de orașele engleze au

fost imediat imitate și de orașele de pe continent. Orașul Hamburg a fost printre cele dintîi, de pe continent, care a introdus un astfel de sistem și care funcționează și astăzi, după teribilul avertisment, pe care i l'a dat epidemia de holeră din 1892. Alte numeroase orașe le-au adoptat fără să aștepte asemenea avertismente. Noi Eșenii l'am avut la 1853 și credem că n'ar fi nimerit să așteptăm un altul mai convingător, pentrucă iată cum descrie Alecu Russo tabloul ce i-l înfățișa orașul în vremea celui cumplit flagel :

«Nu sunt în stare, domnilor, să vă descriu tăcerea și «mîhnicimea ce înfățișa Iașul. De abia dela margine pînă «la cvartirul ghenerealului întîlniam cînd și cînd cîte un «chip de om. Era ceva în aer și pe ulițe din pustietățile de «care vorbesc scripturile. In locul mulțimei de trăsuri, ne-«guțitori, de miimele de Jidovi, domnia tăcerea grozavă a «unui oraș de *șaptezeci de mii de oameni*, ce se rumpe nu-«mai de cîriiturile cioarelor, de urletul turmelor de cîni «sălbătăciți și de călcătura calului meu.

«Vă scutesc, domnilor de reflecțiile mele..... dar mare «jale este pe vremi nenorocite, cînd un tîrg, sau o țară se topește într'o clipală».

Dacă la 1853, cînd populația Iașului nu era decît de 70.000 locuitori, gunoaele lui grămădite ani dearîndul pe medeanuri și prin hîrtoape i-au putut prilejui o holeră atît de eficace, astăzi cînd pe aceeași întindere, trăește o populație de 140.000 de locuitori, după cum ne informează Biuroul Populației, să fim siguri că noi nu vom scăpa mai puțin dijmuiți, căci de fugit de aici, nu vom putea fugi.

Ar fi o crimă odioasă din partea tuturor acelora, care prevăzînd primejdia ce amenință o populație de atîtea zeci de mii de oameni, să continue totuși a se bizui pe favorurile hazardului și să lase altora sarcina de a suporta consecințele nepăsării lor.

Situațiunea este îndeajuns de înțeleasă și de simțită de toată lumea, dar această lume este lipsită de resortul inițiativei proprii și așteaptă totdeauna să fie pusă în mișcare printr'o forță venită de sus, numească-se ea «solicitudine regală», «recunoștința țarei pentru orașul martir», ori «putere la centru a cutărui fiu vrednic al Iașului».

O experiență și o așteptare zadarnică de atîția ani

ne va fi arătat cred îndeajuns, cît de capricios, cu cîte frecări şi cu cîte şocuri lucrează aceste forţe, cu care nu se poate asigura *o mişcare continuă şi un bun randament*. Astăzi, ele îşi au obîrşia în energia noastră interioară.

De ce nu se pot ridica gunoaele ?

Municipalitatea oraşului nostru are un serviciu al măturatului străzilor şi al ridicărei gunoaelor, de pe străzi şi dela particulari; dar acest serviciu în împrejurările de astăzi, nu mai poate răspunde chemărei lui şi din această pricină, a ajuns o povară penibilă pentru Administraţia Comunală.

Cum acest serviciu a mers continuu spre decădere dela 1916 încoace, fără a se mai fi putut ridica vreodată astfel încît să fi ajuns a face faţă tuturor cerinţelor actuale şi celor rămase în restanţă, se înţelege că astăzi, cînd populaţia s'a dublat şi cînd oraşul s'a extins, oricare ar fi ameliorările ce i s'ar aduce, el *nu va mai putea satisface toate cerinţele*.

Socotind numai la 0,5 kgr. producţia de gunoiu pe zi şi pe cap de locuitor—ca pentru un oraş german—rezultă o cantitate anuală de 2555 vagoane de gunoiu, pentru al cărui transport şi depozitare pe locurile anume destinate pentru aceasta din jurul oraşului sunt necesare 47 de căruţe cu un cal, care să lucreze regulat 300 de zile pe an, transportînd cîte doi metri cubi de gunoiu pe zi.

Ținînd însă seamă de faptul că acest gunoiu n'a mai fost ridicat complet de cel puțin 7 ani, ajungem la încheerea că în curțile ieşenilor pe locurile virane, prin ungherele străzilor şi pe străzi, stau depozitate cel puțin 15000 de vagoane de gunoiu.

În aceste condițiuni Iaşul nu va putea decît să-şi tîrîe viaţa printre aceste gunoae sau să piară în mijlocul lor, pentrucă ridicarea şi transportarea lor integrală ar costa, în împrejurările de acum, cel puțin 7.500.000, de lei.

Gunoiul acesta ar face inutilizabilă o suprafaţă de cel puțin 30 de Ha, dacă s'ar așeza într'un strat continuu de 1 m. grosime. Cînd ne gîndim însă la spiritul de economie din gospodăria romînească comparînd-o cu cea nem

tească, în care nimic nu se aruncă pînă nu se dovedește că nu poate căpăta o ultimă întrebuințare; cînd ne gîndim la faptul că majoritatea vehiculelor noastre sunt cu tracțiune animală și că cetățenii noștri nu sunt de loc dispuși să economisiască gunoiul ce-l pot produce pe străzile, piețele și în localurile publice, putem afirma cu toată certitudinea că toate aceste cifre trebuiesc cel puțin triplate.

Experiențele din alte orașe ale lumii ne îndrituiesc să putem pune Iașul, din punctul de vedere al producerei gunoiului, alături de New-York cu 1,5 kgr. pe cap de locuitor și pe zi, alături de Bruxelles cu 1,22 și ceva mai jos decît Bucureștenii noștri, care dau 2 kgr. de gunoiu pe zi și pe cap de locuitor! Astfel încît, pentru a îndepărta din cuprinsul orașului cele 45000 vagoane de gunoiu, în restanță, precum și gunoiul produs zilnic, am avea nevoie de circa 12 milioane de lei și un parc de 50 vehicule cu cîte două vite trăgătoare, care să lucreze continuu 300 de zile în cursul unui an.

Or pentru această formidabilă operațiune Comuna nu dispune decît de vreo 8 pînă la maximum 25 de căruțe, care cînd au cai, n'au vizitii și cînd au vizitii, nu știu de unde să înceapă.

Dacă la aceste imposibilități de ordin financiar, se adaogă și cele de ordin social și tehnic, adică imposibilitatea de a găsi și reține mîna de lucru necesară și imposibilitatea de a întreține un parc atît de mare de vite și vehicule, în actualele grajduri și remize ale Serviciului Salubrităței, atunci înțelegem mai bine că a încerca soluționarea problemei cu mijloacele obișnuite pînă acum, nu înseamnă nimic altceva, decît a încerca marea cu degetul.

Gravitatea problemei, creiată prin neridicarea completă și la vreme a gunoaelor din anii precedenți este în parte atenuată de faptul că foarte mulți din locuitorii Iașului dispun de locuri întinse în jurul locuințelor lor, pe care pot depozita gunoae fără prea mari și prea simțite inconveniente pentru ei și pentru vecinii lor.

Pe de altă parte numărul mare de porci și de cîini, care mișună prin toate părțile, aduc un mare serviciu salubrităței publice și rău face serviciul de ecarisaj, care-i urmărește cu atîta lipsă de cruțare, tocmai acolo unde pre-

zența lor e mai necesară; în piața Halei, Sf. Spiridon și pe diversele maidane din centrul orașului.

Nu mai puțină recunoștință, din acest punct de vedere, merită și formidabilele cîrduri de ciori de toate speciile, care întunecă văzduhul la ceasurile Utreniei și ale Vecerniei.

Acești aprigi consumatori ne scapă în *primul rînd de toate cadavrele*, pe care gospodăriile neputîndu-le suporta în cuprinsul lor, le depun în stradă, unde ar rămîne cu lunile, pînă ce oxigenul și necroforii, și-ar desăvîrși opera lor înceată.

Cu tot concursul netăgăduit al acestor agenți ai salubrității publice, problema nu-și pierde din gravitatea ei excepțională, decît atît cît poate duce la tăvălială sănătatea și răbdarea noastră a cetățenilor.

In ce chip se poate rezolva problema ?

Cea dintâi soluție, care s'a impus primelor așezări omenești laolaltă a fost strămutarea, atîta vreme cât nu existau locuințe fixe.

Când așezările omenești s'au statornicit în locuințe fixe, soluția adoptată a fost îndepărtarea gunoaelor din cuprinsul locuințelor și depozitarea lui spre periferia localității locuite. Această soluție dăinuește și astăzi în toate satele și orașele, unde terenul, munca, vitele, nutrețul sunt eftine.

Pe măsură ce cultivarea pămîntului s'a extins și așezările omenești s'au îndesit, nevoia de a se distruge, sau măcar de a se reduce cantitatea de gunoae, a impus *soluția arderii lor* în unele orașe, într'alte *svârlirea lor în apele curgătoare sau în mare*. În Ierusalim ele erau svârlite într'o prăpastie unde ardeau necurmat «în focul Gheenii».

Scumpirea continuă a muncii manuale, care-și urmează mersul ascenzional dela începutul secolului al 19-lea, precum și scumpirea terenurilor din jurul orașelor, ocupate totdeauna de industrii, a impus nu numai distrugerea gunoaelor, dar și valorificarea lor, fie în agricultură, fie în industrie.

Soluția cea mai indicată ar fi evident distrugerea lor *pe loc*, dacă aceasta n'ar fi legată de o sumă de inconveniente, care o fac inadmisibilă.

Mai întâi, singura metodă economică actuală, pentru distrugerea *pe loc* a gunoaelor este *arderea lor*, Pe pe urma-căreia rămân cel puțin 50 % cenuși, sguri și resturi incom-bustibile, astfel încât *problema nu este rezolvată decât pe jumătate*.

În al doilea rând, acest procedeu dă loc la o sumă de neajunsuri dintre cari primejdia de incendiu și nepu-tința de a provoca arderea a celor mai multe dintre gunoae, n'ar fi cele mai grave, dacă fumul și putoarea ce produc nu l'ar exclude cu totul.

În strada Păcurari, colț cu Cișmeaua Păcurari, mi s'a spus că a fost cândva construit un cuptor anume, pentru a se arde gunoaele, dar protestele vecinilor l'au desființat.

În multe menaje, și aici în Iași și în orașele din apus, neridicarea la vreme a gunoaelor de către serviciile muni-cipale și nevoia de a reduce câtimea de gunoiu a impus sistemul arderei lui în sobe ; dar nici acest sistem nu este practic, din cauza mirosului și a greutății de a arde, a gunoiului.

În fața imposibilității de a scăpa orașul nostru de gunoae prin metoda obișnuită astăzi a ridicării cu căruțele și a depozitării lui pe locuri libere din cuprinsul și din jurul orașului, ca și prin aceia a arderii lui pe loc, se impune să examinăm problema mai în amănuntul ei și să ne referim la experiența altor orașe, care au trecut mai de mult prin aceiași criză și au scăpat de ea.

Treptat cu sporirea populației și concentrarea ei, în orașe, fenomen, care are o deosebită amploare în secolul al 19-lea și al 20-lea mai ales, sub impulsul desvoltării industriei, municipalitățile orașelor sunt puse pe nepre-gătite în fața unor dificultăți mereu crescânde pentru strân-gerea și ridicarea gunoaelor.

Mâna de lucru fiind tot mai mult atrasă de industrie, unde era mai bine plătită și mai bine cinstită, orașele nu se mai puteau curăța decât cu cheltueli foarte împovoră-toare, pentrucă munca ce se cere pentru aceasta, este și respingătoare, și degradatoare.

Pentru a se acoperi măcar o parte din aceste chel-tueli, s'a încercat a se utiliza gunoaele, fie spre a se extrage materiile reîntrebuințabile, fie ca îngrășămintă agricole, fie

pentru crescătorii de porci. În acest scop se proceda la un triaj al lor, după natura și posibilitatea reîntrebuințării lor, ori în momentul ridicării lor, ori pe locurile unde se depozitau.

Așa de exemplu la Paris era în uz încă la 1900 ca gunoarele menajere să fie scoase în stradă și aci să se facă un prim triaj pe o pânză întinsă pe trotuar de către anumiți profesioniști. Acestor primi beneficiari le urmau aceia, care ridicau gunoarele și le încăreau în căruță, iar apoi, aceia care le descărcau în depozit, unde se alegeau o ultimă dată, după destinația ce li se dă. Tot ce rămânea ca inutil se împrăștiă pe câmpiile dimprojur.

La uzina Puckhein din Munchen, căruțele, care aduc gunoarele sunt ridicate în chip mecanic deasupra unui cilindru de triaj, deschis la căpătâiul de jos și pe sub care se mișcă o bandă mobilă. Gunoarele cad pe această bandă înșiruindu-se dealungul ei și două rânduri de lucrători așezați de o parte și de alta aleg cu mâinile părțile mari. Părțile fine sunt conduse într-o anumită parte a uzinei unde sunt tratate chimicește spre a li se spori valoarea pentru a fi proprii ca îngrășămintă agricole. Cârpele sunt spălate, dezinfectate și apoi clasate și depozitate spre a fi trimise fabricelor de hârtie. Această uzină a fost construită în 1897 și după datele din 1912 tratarea unei tone de gunoiu în aceste condițiuni revenia la 2,84 lei, la care se adăogau cheltuelile de transport la uzină.

Acelaș procedeu se urma și la uzina Chelsea din Londra, unde alegerea gunoaelor se făcea însă, în chip mecanic.

Urmărindu-se ideia de a se da gunoaelor orașelor o întrebuințare cât mai întinsă în agricultură, municipalitatea mai multor orașe din Franța au întreprins o serie de lucrări pentru analiza chimică a gunoaelor și determinarea precisă a valorii lor pentru agricultură.

Din aceste analize rezultă că ele conțin aceleași elemente ca și îngrășămintele agricole: azot, acid fosforic și potasă. Deosebit de acestea ele mai conțin într-o mare proporție materii celulozice, capabile să redea prin retrogradare elementele *humusului*, substanța care fertilizează solul astfel încât gunoarele pot fi cu succes întrebuințate pentru fertilizarea terenurilor sărace.

Aceste rezultate au condus la înființarea «*Societății îngrășămintelor complete*», care, dela 1899 și până la 1901 a dat rezultate foarte satisfăcătoare. Mai târziu însă, prețurile care se obțineau din vânzarea unei tone de gunoiu, nu mai ajungeau să compenseze sacrificiile făcute pentru valorificarea lor ca îngrășământ agricol.

Pela 1907, după indicațiunile date de municipalitățile interesate într'o anchetă, s'a constatat că prețurile de vânzarea gunoaelor erau cam acestea :

Pentru orașul Lille 1.00 fr/m. c. la depozit.

» » Roubaix 0.75—2.75 fr/m. c. ca gunoae brute.

» » Reims 1.50—2.00 fr./m. c. ca gunoae triate.

» » Nîmes 2.50 fr/m. c. după triaj și fer-

mentare.

Pentru orașul Bordeaux 1.50—4.00 fr/m. c. ca gunoae brute, după sezon.

Incet, încet, însă după această dată, până la care orașele aveau chiar oare care profituri prin valorificarea agricolă a gunoaelor lor, urmează o sporire crescândă a cheltuelilor de acoperirea deficitelor, care devin subiectul unor preocupări serioase,

Eftinătatea îngrășămintelor chimice pe de o parte și opunerea îndârjită a locuitorilor comunelor mărginașe orașelor, pe de alta au făcut tot mai inadmisibilă întrebuințarea acestei metode, care era funcție de distanța de transport a gunoaelor până la locul de întrebuințare și mai ales, de îngăduința populației mărginașe.

La 1910, municipalitatea Parisului n'a putut obține redeschiderea uzinelor sale de tratarea gunoaelor, decât cu prețul unor dificultăți nemai pomenite: «Cea mai mare parte din comunele vecine s'au opus la depozitarea gunoaelor pe teritoriile lor. Într'o comună primăria refuza aceasta chiar dacă multora dintre locuitorii ei, cultivatori, li se pricinuiau pagube; într'alta, locuitorii întorceau căruțele, care aduceau gunoiul, amenințând cu revolverul pe căruțași». (Raportul Ing. Mazerolle către Prefectul Senei).

Insuccesul acestei metode a condus pe cei din fruntea serviciilor de salubritate să caute alte metode de valorificare și astfel orașul Paris a dat o concesiune în 1908, pentru instalarea unei uzine, care să fabrice *brichete com-*

bustibile din gunoiu. O asemenea uzină există la această dată și funcționează în condițiuni multumitoare în plin Berlin.

O încercare de acest gen s'a făcut și la Iași înainte de războiu, cu gunoarele dela cazărmi; dar pe-atunci, lemnul fiind destul de efitin, încercarea a eșuat.

Pentru a se economisi munca desgustătoare a trierei gunoaelor și pentru a se obține gunoae mai omogene, s'a recurs la metoda trierei la domiciliu a gunoaelor. Acest sistem a fost încercat și s'a păstrat în toate orașele din America, fiind adoptat și făcut obligator în mai toate orașele din Germania. În *sistemul triplu* gunoaele menajere se împart în trei recipiente distincte. Într'unul se strânge *cenușa și măturătura*; într'altul *resturile de mâncare și deșeurile dela bucătărie* și în al treilea, *cioburile, vechiturile și tot felul de alte rămășiți*.

Resturile de mâncare și deșeurile dela bucătărie sunt întrebuințate pentru creșterea porcilor, care s'a dovedit foarte rentabilă, iar celelalte gunoae sunt transformate în uzine speciale de reducere. În 1909 Dr. Hoffman socotea că Berlinul produce zilnic 200 tone resturi de mâncare, cu care s'ar fi putut îngrășa 100.000 de porci, din vânzarea cărora s'ar fi obținut 10 mil. de lei.

La 1901 erau în America peste 80 de orașe, care practicau acest sistem și *Chapin* spune în lucrarea sa «Municipal Sanitation in the United-States» că la acea dată era singurul procedeu, de pe urma căruia orașele puteau realiza un venit serios.

Așa de pildă orașul *Brochtown* cheltuia cu strângerea gunoaelor de bucătărie 34.914 dolari și câștiga din vânzarea porcilor 21.930; iar orașul *Worcester* cheltuia 88.111 și câștiga 34.803. Ceia ce rămânea dela hrănirea animalelor trece la uzina de reducere.

S'a încercat să se hrăniască și vaci cu aceste gunoae, dar rezultatele au fost nesatisfăcătoare, pentru că laptele, pe care-l dădeau era un lapte sărac și puturos.

Sistemul acesta a fost adoptat pentru prima dată în Europa de orașul Charlottenburg în 1908. Societatea concesionară, care asigură strângerea gunoaelor din oraș și rămânea proprietara lor, primea din partea Comunei o subvenție anuală de 1,60 lei pe cap de locuitor.

Pentru o populație de 258.988 locuitori, societatea a strâns dela 1 Mai 1907 până la 20 Aprilie 1908:

2966 vagoane de cenușe și măturătură adică 67% din total.

706 vagoane de resturi de mâncare adică 16% din total.

775 vagoane de resturi diverse adică 17% din total.

În total: 3447 vagoane de gunoiu, ceea ce revine la 0,5 kgr. pe cap de locuitor și pe zi.

Orașul New-York în 1906 la o populație de 4.258.387 locuitori a produs:

181.515 vagoane de cenușe și măturătură adică 77% din total.

33.594 vagoane de resturi de mâncare adică 15% din total.

17.662 vagoane de resturi diverse adică 8% din total.

În total: 232.771 vagoane, ceea ce revine la 1.5 kgr. de gunoiu pe cap de locuitor și pe zi.

Uzinele de reducere din America urmăresc extragerea grăsimilor din gunoae care conțin 2 până la 4,5%, iar din rămășițele uscate prepară îngrășăminte chimice prin adăugirea substanțelor lipsă în proporția necesară.

Astăzi și acest sistem se dovedește prea costisitor, iar ciurma porcească ce poate bântui crescătoriile de porci și boalele ce se pot transmite consumatorilor de carne de porc, îl fac să fie părăsit pe măsură ce alte sisteme se dovedesc mai acceptabile.

Unul dintre sistemele, care, deși vechiu, dar s'a putut mai bine adapta la perfecționări este *sistemul cremațiunii* gunoaelor, adică al distrugerii lor și a nocivității lor, prin ardere.

Asupra acestui sistem, pentru care Administrația noastră comunală a primit un fel de informație — ofertă încă din Noembrie trecut, dela un domn Heinrich Schwartz din București, voiu insista în deosebi, de oarece acest sistem prezintă un interes deosebit pentru Iași, interes, pe care l'am subliniat la începutul acestei comunicări.

Acest sistem a fost imaginat în Anglia, unde a fost

încercat pentru prima dată la Londra în 1870, cu un succes mediocru. Curând însă i se aduseră perfecționări importante, care-l făcură apreciat și pe continent, astfel încât în 1872 orașul Bruxelles, iar în 1875 orașul Hamburg, înființară câte un crematoriu, care funcționează și astăzi aproape în aceleași condițiuni.

La Paris, unde se întrebuintă în deosebi răspândirea gunoaelor pe arături, abia în 1895 s'au făcut primele încercări, cu un succes desăvârșit, dar pentru că vechiul sistem revenia numai la 1.10 lei tona de gunoiu, noul sistem n'a fost adoptat decât în 1907, decând s'a introdus definitiv, asociindu-se la început cu cel vechiu pentru valorificarea reziduurilor arderei.

Ceia ce a făcut insuccesul primelor cuptoare de arderea gunoaelor a fost faptul că ele funcționau cu tiraj natural. Procedeu acesta nu asigură o ardere complectă a tuturor gazelor de combustie, gaze care ieșind pe coș împreștia de jur împrejur un miros îngrozitor.

Adoptându-se însă tirajul forțat prin injectarea sub grătare a unui curent de aer sau de vaporii, nu numai că s'a distrus complect mirosul greu, dar s'a reușit să se pue în valoare întreaga putere calorifică a gunoaelor, ceia ce a ridicat considerabil valoarea acestui sistem.

După cercetările făcute de serviciul municipal al Parisului în 1908 asupra compoziției chimice și valori calorifice a gunoaelor, rezultă că un kilogram de gunoiu uscat la 110°, posedă o valoare calorifică medie de 3300 calorii pentru cel strâns iarna și 2350 pentru cel strâns vara.

Chimistul francez Damour, urmărind în acelaș an, valorificarea azotului amoniacal, conținut în gunoae, prin analiza riguroasă a gunoiului organic uscat, găsește că valoarea lui calorifică este de 4300 calorii, ceia ce-l pune alături de lignit.

Această putere calorifică însă, variază după anotimp, după felul alimentelor și combustibilului utilizate de locuitori, după felul tracțiunii vehiculelor, după ocupațiunile locuitorilor, după latitudine și după spiritul de economie al locuitorilor.

După analizele de gunoae făcute în Germania, rezultă că puterea lor calorifică variază între 750 și 2500 de calorii;

astfel pentru cele din Berlin puterea calorică medie este de 750, pentru cele din Wiesbaden de 1630—2150 calorii, iar pentru cele din Kiel de 1130—1310 calorii.

Această putere calorică *se recuperează* în crematoriile moderne, în cele mai bune condițiuni de randament, încă de foarte multă vreme.

Cele dintâi crematorii construite nu urmăreau alt scop, decât distrugerea gunoaelor. Aceste uzine însă, cerând un capital de instalație important iar mormanele de reziduuri neutilizate, crescând considerabil în jurul lor, s'a încercat să se dea o utilizare și acestor reziduuri și prima întrebare a lor, a fost ca material de umplutură în diverse construcțiuni publice și particulare.

Crematoriile de astăzi, nu urmăresc numai recuperarea energiei calorifice conținută în gunoae, dar și o mai rațională valorificare a reziduurilor arderei, care, toate, pot să-și găsească o întrebuințare rentabilă după o prealabilă preparare și fasonare.

Din ce constă un crematoriu modern ?

Cea dintîi întrebare pe care ne-o punem cînd ni se prezintă chestiunea cremațiunei gunoaelor este dacă gunoaele pot arde fără adaos de combustibil. Răspunsul este afirmativ dacă se întrebuințează sistemul de cuptoare cu tiraj forțat, cu ajutorul căruia gunoaele devin *auto combustibile*. Pentru aprinderea lor inițială însă, este nevoie totdeauna de cărbuni, păcură sau lemne, așa că dacă cuptoarele nu ard continuu, va fi nevoie de combustibil la fie ce nouă aprindere, iar dacă nu se întrebuințează tirajul forțat, la fiecare 13—17 kgr. de gunoiu trebuie cîte un kgr. de cărbune. Uzina instalată la Școala de Marină din Newport în Anglia pentru a arde zilnic 4500 kgr. de gunoae, funcționează în aceste condițiuni.

Toate crematoriile moderne sunt cu tiraj forțat și funcționare continuă pentru a se economisi cheltuelile cu combustibilul suplimentar.

O instalație pentru arderea și valorificarea gunoaelor cuprinde patru părți distincte și anume :

I. Cuptoarele propriu zise, numite *Incineratori*, cu

dispozitivele lor speciale pentru realizarea tirajului forțat și cu conductele pentru evacuarea produselor combustiei.

II. Depozitivele adoptate pentru primirea și conducerea gunoaelor pe grătarele cuptoarelor, precum și acelea destinate ridicării sgurelor de pe grătare și evacuarea lor din corpul Uzinei.

III. Instalațiunile speciale pentru valorificarea sgurelor și cenușei și

IV. Instalațiunea de cazane de aburi, interpușe pe calea gazelor de combustie înainte de a fi evacuate pe coșul Uzinei, în scopul de a valorifica puterea lor calorică, precum și mașinile cu aburi, generatorii electrici, ventilatorii și cranicurile necesare manevrei în uzină.

Ceia ce este caracteristic crematoriilor de gunoaie sunt primele două părți, care determină individualitatea tehnică a uzinei și asupra cărora se oprește îndeosebi privirea Higienistului.

În foarte strînsă legătură cu uzina de cremațiune, stă sistemul de colectarea gunoaelor de pe străzi și dela locuințele particulare pentru a fi transportate la uzină.

Ridicarea gunoaelor trebuind să răspundă celor mai riguroase condițiuni igienice pentru a se suprima cît mai complet praful și mirosul pe care-l împrăștie, ea se face cu *anumite vehicule* și se colectează la domiciliu în *anumite recipiente*, care trebuie să îndeplinescă și condițiunile unei descărcări automate la uzină, spre a se împiedica infectarea aerului din cuprinsul uzinei. Sistemele astăzi în uz, adoptate de societățile concesionare de crematorii de gunoaie, sunt aproape ireproșabile din aceste puncte de vedere și pe fiecare an apar inovațiuni tot mai perfecționate. După forma și dispozitivele de ardere ale cuptoarelor pentru arderea gunoaelor, avem astăzi o sumedenie de sisteme, care au fost adoptate de diverse municipalități, la diverse epoci.

Cîmpul lor de perfecționare este în mecanizarea încărcării și descărcării lor, astfel încît să se împiedice cu desăvîrșire scăpările de gaze puturoase.

Cele mai reputeate sisteme de incineratori și care au fost mai mult experimentate și adoptate sunt următoarele, în majoritate englezești:

1. Incineratori sistem *Heenan & Froude*, adoptat de orașul Birmingham la 1905 pentru crematoriul dela King's Norton spre a arde zilnic 120 de tone de gunoiu, de orașele Hâvre, Portsmouth, Haslingden și Aldershot în 1908 pentru a arde respectiv 150, 100, 50 și 20 de tone de gunoiu; de orașele Rotterdam și Rouen în 1909 pentru a arde câte 450 și 150 de tone zilnic, de orașele Bellshill și Hersford în 1910 spre a arde câte 30 și 25 tone zilnic, apoi de orașele engleze Barow în Furness, Clydebank, Gloucester, Lifford, Mausfield, Northampton, Rathmine, Rawenstall, Staylbridge, Stoke-Newington, Wimbledon, și dela 1910 încoace desigur de multe altele.

2. Incineratori sistem *Meldrum* adoptat de orașele engleze Watford Woolwich, Blackburn, Burton-on-Trent, Chatham, Darwen, Lancaster, Nelson, Preston, Radcliffe, Hereford, Ipswich, Rochdale, Weymouth, etc, iar în 1908 a fost adoptat și de orașul Paris pentru uzinele sale dela Issy les Moulineaux, Saint Ouen și Romainville spre a arde zilnic 450 de tone de gunoiu.

3. Incineratori sistem *Horsfall*, care se remarcă prin automatizarea încărcării, așa fel încît ieșirea prafului, gazelor și fumului, este cu desăvîrșire împiedicată, a fost aplicat la uzinele crematorii din Sheffield, Leeds, Greenock, Blackpool, Chesterfield, Dublin, Edimbourg, Folkestone și la cele trei mari crematorii din Londra, Manchester etc, apoi la Zürich în 1904, la Petrograd, Hamburg, Bruxelles, Monaco, Cairo, Para, Pernambuco, Singapur, Durban, Bloemfontein, Lorenzo-Marque, etc.

4. Incineratori sistem *Warner* adoptat de uzina Kes-sington din Londra și de noua uzină din Sheffield.

5. Incineratori sistem *Maulove & Alliott* adoptat de orașul Liverpool care a ars în cele cinci uzini ale sale, în anul 1907, 15709 vag. de gunoae producînd o energie de 9209369 kw. oră, ceia ce revine le 60 kw. oră pe tona de gunoiu și de alte multe orașe engleze, precum Cambridge, Winchester, Southampton, Wakefield, etc.

6. Incineratori sistem *Herbertz*, adoptat de orașele Kiel, Fraukfurt din Germania și de Ellbeuf și uzina La Colombe din Paris. Aceasta din urmă spre a arde depozitele colectorului principal al canalizării. Acum de curînd

a fost adoptat de orașul Colonia și de orașul Brünn din Cehoslovacia.

7. Incineratori sistem *Dör-Schneider*, care-i printre cele dintîi patente germane, a fost adoptat de orașul Wiesbaden pentru a arde zilnic 50 de tone de gunoiu vara și 90 de tone iarna.

Dela 1911, decînd posedăm datele acestea după diverse tratate și pînă astăzi, fără îndoială că au mai apărut și alte sisteme cu mult mai perfecționate de sigur și mai bine adoptate nevoilor particulare ale orașelor. Instalațiuni cu totul moderne au făcut în anii de după războiu o sumă de orașe din Germania precum Barmen, Fürth, Altona și altele, silite fiind la aceasta de nevoia întreținerii străzilor lor cu materiale eftine și de pe loc, deoarece valuta germană depreciată nu le mai îngăduia să aducă granitul, cuarțitul și porfirul din Suedia, cum obișnuiau înainte de războiu.

Orașul Christiania construște acum un uriaș crematoriu de gunoae care-i va asigura energia necesară iluminatului public.

Orașele Haga, Rotterdam, Trieste, Leida, Amsterdam și-au construit deasemeni crematorii de gunoae.

Ce se poate obține prin arderea gunoaelor într'un crematoriu modern ?

După numeroasele experiențe făcute pînă acum într'osumedenie de orașe din apus, unde funcționează de zeci de ani asemenea crematorii se poate conta în mediu că un kilogram de gunoiu poate vaporiza și pune sub presiune de 10 atm. un kilogram de apă, deoarece puterea calorică a gunoiului variază între 750 și 2500 de calorii. Cu cît el va continue mai multe materii organice, și este mai uscat, cu atît valoarea lui calorică este mai mare, precum au dovedit analizele făcute de Muntz, Girard și Damour la Paris în 1908, care au găsit dela 2250 pînă la 4300 de calorii

Această putere calorică transformată în energie mecanică este echivalentă cu 1/10 cal oră, pentru că cu 10 kgr. de aburi sub presiune de 10 atm. în cea mai puțin modernă mașină cu aburi, se poate obține o putere utilă

de un cal oră, sau în energie electrică 0,736 kw. oră. Admițînd că populația Iașului n'ar fi decît de 120.000 locuitori și că producția de gunoiu pe cap de locuitor și pe zi, n'ar fi decît de un kilogram, am avea o producție zilnică de 12 vagoane de gunoiu, care arse într'un crematoriu, ar produce evaporarea a 120.000 kgr. de apă dînd aburi sub 10 atm. presiune. Acești aburi pot produce o energie electrică de 8800 kw. oră pe zi, adică putem avea o uzină de energie electrică, cu care se poate face față unui consum de 370 kw. pe oră. Socotind la 20% energia necesară mersului uzinei, ceia ce reprezintă limita superioară, rezultă că un crematoriu la Iași, ar putea înlocui o uzină electrică de 300 kw. ceia ce reprezintă aproape exact, actuala uzină de tramvae.

Deosebit de aceasta din reziduurile arderei, care reprezintă 33—60% din greutatea gunoaelor arse și care constau din 3—10% spuză și cenușe și 30—50% sguri, se pot obține următoarele produse, socotite la tona de gunoiu:

0,053 m. c. materiale de construcție, precum pavele pentru pavaje, borduri pentru trotuare, trepte pentru scări, cusineți, etc.

80 de cărămizi format normal, avînd o rezistență superioară celor obișnuite deși cu o densitate mai mică.

100 de kgr. materiale pentru făcut mortare: nisip, pietriș și ciment.

35 kgr. metal turnat în vergele sau alte forme și 25 kgr. brichete de cocs.

Dar spre a pune mai bine în evidență valoarea economică a unui crematoriu vom înșira mai jos bilanțurile anuale a două, trei crematorii, care nu se preocupau atîta de reziduuri și apoi vom arăta *ce se face astăzi* cu aceste reziduuri.

I. *Crematoriul Hackney din Londra*, care posedă incineratori tip Sterling construit în 1902, arată pentru anul sfîrșit la 1 Aprilie 1903 că a ars 34.000 vagoane de gunoiu, adică $9\frac{1}{2}$ vagoane pe zi producînd:

1160 vagoane de cenușe și sguri.

12 vagoane de deșeuri metalice și 18680 tone de aburi, cu care s'a realizat o energie electrică de 1.868.000 kilovați oră, ceia ce reprezintă echivalentul unei uzini de 200 kw. Cheltuelile de ardere au revenit la 2.06 fr./tonă.

II. *Crematoriul din Zürich* construit în 1904 cu incineratori tip Horsfall arată că a ars în 1908, 2170 vagoane de gunoiu și a produs, pe lângă cenușe și sguri, pe care le-a vândut cu 6600 de franci, fer și diverse alte produse, vândute cu 5400 franci și 15190 tone de aburi, cu care s'a obținut o energie electrică de 32,6 kw. oră/tona de gunoiu în valoare de 4604 franci, astfel încît cheltuelile de arderea gunoaelor reveneau la 3.20 fr. pe tonă.

III. *Crematoriul din Frankfurt pe Main*, construit în 1909 cu incineratori sistem Herbertz arată că în 1910 a ars 6000 de vagoane de gunoiu realizînd: din vînzarea curentului electric 105729 Mk., din vînzarea sgurei și cenușilor 12661 Mk., și din vînzarea materialelor alese cu mîna 3370 Mk., așa că pentru o tonă de gunoiu cheltuelile arderei reveneau la 2.95 lei.

În crematoriile acestea sgurele, cenușele și celelalte reziduuri, nu erau valorificate îndeajuns de bine. Astăzi ele însă reprezintă un material foarte prețios.

Orașul Hamburg a construit din sgură de aceasta un cheu de 14 klm. lungime, care după 8 ani de existență se constată că se comportă admirabil. În anul 1914 crematoriul acesta a vîndut 2 mil. de m. c. de sgură, din care s'au executat betoane pentru fundațiuni la clădiri realizînd un beneficiu de 400.000 Mk, cr care s'au acoperit toate cheltuelile de exploatare, incluziv amortizmentul pe 4 ani, astfel încît curentul electric a rămas absolut gratis iar administrația comunală a realizat și un beneficiu net de 292.000 Mk.

Orașul Aachen, ale cărui gunoae sunt foarte sărace, pentru că nu au decît 750 de calorii, pentru a obține maximum de folos din aceste reziduuri, a reușit să le transforme în material pentru pavagii și în tuburi pentru canalizare, degrevîndu-și considerabil bugetele căilor de comunicație și al canalelor. Materialul pentru pavagii obținut, are o rezistență la zdrobire de 4500—5000 kgr. cm, ceia ce arată că acest material este superior bazaltului natural a cărui rezistență maximă este cuprinsă între 3200 și 5500 kgr. cm.

Astăzi, cînd aceste crematorii dispun de o energie așa de superioară precum este cea electrică, se înțelege că acestor reziduuri li se pot găsi procedee de valorificare

din ce în ce mai rentabile, iar crematoriile nu vor mai fi ca pînă pela 1914, întreprinderi deficitare, ci întreprinderi foarte rentabile, mai ales în orașele lipsite de materiale de construcțiuni, de combustibil efitin și de căi de apă, singurele singure și efitine.

Unde trebuie așezat un Crematoriu de gunoae ?

O instalațiune de acest gen trebuie să îndepliniască o primă condițiune de economie, adică cheltuelile de instalație de întreținere și de exploatare, să nu depășiască încasările din taxa pentru ridicarea gunoaelor, din vînzarea energiei electrice și din vînzarea produselor reziduale. Pentru aceasta va trebui ca distanța de transport a gunoaelor, din oraș la uzină, să fie minimă. Uzina trebuie prin urmare să fie cât mai aproape de centrul de greutate al orașului.

Este posibil aceasta ? și nu cumva călcăm prin aceasta cele mai elementare principii de igienă ?

Pentru a răspunde la această chestiune, îmi este de ajuns să citez un pasagiu din raportul Inginerului Cherioux adresat la 6 Iulie 1909 Consiliului de igienă și salubritate publică al departamentului Seinei :

«La Londra, într'unul din cele mai elegante cartiere «și în apropierea hotelului Cecil, se află un crematoriu de «gunoae. Mai este unul și la Darwin și în mai multe localități engleze. Nimeni nu se plînge de prezența lor. Ba «chiar s'a construit de jur împrejurul lor o sumă de pavilioane elegante».

«La Monaco, uzina pentru tratarea gunoaelor menajere «este instalată în imediata vecinătate a palatului prințului, «aproape sub ferestrele sale și insalubritatea, la care ar «putea da prilej nu pare să fie într'atîta de temut, deoarece «posterior construcției uzinei, s'a ridicat, foarte aproape de «ea, noul Hotel Dieu».

Mai adăogăm numai că uzina Smithdown Road din Liverpool construită la 1906 și care arde 100 de tone de gunoiu, zilnic, este situată în cartierul bogătașilor orașului, pe unul din cele mai splendide bulevarde și la doi pași de palatele luxoase ale particularilor.

Incheere

După constatările făcute mai sus și dacă ținem seamă de faptul că noi am apreciat producția de gunoiu în Iași numai la 1 kgr. pe cap de locuitor și pe zi, că 1 kgr. de gunoiu ar produce numai un kgr. de aburi, deși poate produce pînă la 1,7 kgr. deoarece gunoarele noastre sunt mai bogate și că pentru producerea unui cal oră ar fi necesare 10 kgr. de aburi, deși mașinile moderne cu aburi pot produce aceiași energie chiar numai cu 4½ kgr. de aburi, ne putem bizui să afirmăm cu toată certitudinea că înființarea unui crematoriu în Iași, nu numai că este necesară din imperioase motive de igienă și salubritate publică, dar va fi chiar o întreprindere rentabilă pentru comună și de utilitate socială pentru stat.

Un crematoriu modern la Iași însemnează economisirea unei uzini electrice de cel puțin 300 kw. și a celor *peste o sută de vagoane de țiteiu* de care are nevoie pentru funcționare; însemnează economisirea unei instalațiuni de cazane speciale pentru alimentarea cu aburi a băii comunale, care trebuie sporită și renovată; însemnează *creierea pe loc a peste o mie de vagoane de materiale pentru construcția pavagiilor*, ceea ce reprezintă o recuperare a materialului uzat din pavagii și cu care Comuna este în deficit de ani de zile; însemnează decongestionarea transporturilor pe calea ferată cu cel puțin 1200 de vagoane anual și mai însemnează că generația de astăzi nu irosește în chip nesăbuit avuțiile, din care generațiile viitoare vor trebui să trăiască.

Noi socotim că cea mai imperioasă dintre datoriile celor care sunt legați sufletește de soarta acestui oraș, este ca înființarea crematoriului de gunoae, care a fost propus încă din 1906 Ad-ției Comunale să găsiască sprijinul moral și energia necesară de înfăptuire, cel puțin în rîndul acelora, pentru care *Stința* nu este un cuvînt gol și *Experiența* un lucru fără rost; cel puțin în rîndul acelora, pe care starea aceasta de ruină și de descumpunere a acestui oraș orpsit îi doare în suflet ca pe niște demni purtători ai răspunderii destinului lui. Ar fi condamabil ca în împrejurările de astăzi, să nu se folosească ceea ce tehnica ne pune *mai bun* la îndemînă, *mai economic, mai igienic și mai estetic!*

Iași 2 Martie 1923

BULETINUL SOCIETĂȚII POLITECNICE



ANUL XXXVII

1923



**Art. 34 din Statute: Societatea nu este răspunzătoare
de părerile autorilor articolelor publicate în buletinele sale.**

REDACȚIA BULETINULUI: BUCUREȘTI, STRADA EPISCOPIEI, No. 2

Din lucrările „Societății Politecnice“

ADUNĂRI GENERALE

Sedința adunării generale dela 15 Decembrie 1922

Sedința se deschide la orele 15.50 sub președinția D-lui Președinte N. P. Ștefănescu.

D-l Președinte luând cuvântul, amintește că, în conformitate cu art. 32 și 33 din statute, adunarea generală de azi se ține pentru a aproba darea de seamă a mersului societății și a stărei ei financiare. În urmă se va proceda la votarea pentru reînnoirea parțială a Comitetului.

1. Intrându-se în ordinea de zi, D-l Secretar T. Atanasescu, dă citire dărei de seamă a activității Societății pe anul expirat (1 Dec. 1921—1 Dec. 1922) însoțită de situațiunea financiară a Societății, care se aprobă, dându-se descărcare comitetului de gestiunea sa.

2. În lipsa D-lui N. Georgescu, Secretarul Comitetului Comisiunei permanente a localului care a anunțat că este împiedicat a lua parte la ședință, D-l Șerban Ghica citește darea de seamă a Comitetului localului, precum și situațiunea fondului respectiv, care se aprobă.

3. Se procede de către biurou la despuierea scrutinului pentru votarea nouilor membrii ce reînnoesc comitetul, constatându-se dela început că buletinele a 37 membri s'au reîntors la Societate, nefiind găsiți la adresă.

Rezultatul votului este următorul:

Votanți 180

Voturi anulate 7.

Au întrunit cel mai mare număr de voturi și au fost proclamați membri ai comitetului următorii domni:

Ionescu Ioan	145	voturi
Bușilă Constantin	142	»
Radu Elie	125	»
Țițeica Gheorghe	118	»
Mirea Ștefan	79	»
Balș Teodor	74	»
Manoilescu Mihail	58	»

Au mai întrunit voturi, în ordinea numărului obținut următorii domni: Budu Petre, Gheorghiu I. S., Bănescu Dimitrie, Eremia Tiberiu, Răileanu Constantin, Cantuniar Ioan, Orghidan Constantin, Bunescu Alexandru, Stratilésu Grigore, Dragu Teodor, Mareș Teodor, Ciohodariu Constantin, Dumitrescu Anghel, Gavrilescu Ramiro, Bădescu Alezandru, Caracostea Gheorghe, Negulici Ion, Antoniu Alexandru, Drogeanu Nicolae, Vraca Nicolae, Popescu Ioan, Teodoru D. Ioan, Teodor Henri.

Ședința se ridică la orele 19.30.

Aprobat în Adunarea Generală dela 27 Mai 1923.

p. Președinte, (ss) **Ion Ionescu**

Secretar, (ss) **Ioan Bușilă**

ȘEDINȚELE COMITETULUI

Sumarul ședinței din ziua de 7 Mai 1923.

Ședința se deschide la orele 18,45 sub președinția D-lui N. P. Ștefănescu și în prezența Domnilor membrii: Atanasescu T., Balș G., Bușilă I., Filipescu G. Em., Ioachimescu A., Ionescu I.

1. Intrându-se în ordinea de zi, se dă cetire sumarului ședinței dela 23 Aprilie a. c. care se aprobă.

2. Comitetul luând cunoștință de cererea D-lui Dan Periețeanu de a ține o conferință în localul Societăței, Sâmbătă 12 Mai a. c. ora 9 seara, cu subiectul «Despre posibilitatea înlocuirii în parte a coksului metalurgic în cuptoarele înalte prin combustibili naționali, (petrol și gaz metan)», hotărăște a i se acorda sala.

3. Se primesc demisiunile din Societate a D-lor ingineri Henri Marin și E. Gambara.

Demisiunea D-lui Henri Marin fiind dată pe ziua de 26 Martie a. c., i se va comunica să achite cotizațiunile până la această dată.

4. Se aprobă publicarea în Buletin a anunțului D-lui Inginer L. Pomponiu. I se va comunica că regretăm că nu putem să-i satisfacem cererea în ceea ce privește locul unde urmează să fie plasat anunțul.

5. Se dă citire adreselor Societăților: Tramvayelor Comunale și Creditul Technic prin care ne face cunoscut că se oferă a plăti abonamentele pe anul în curs, prima la revista «Revue Générale des Chemins de Fer» și a doua la «Génie Civil».

Comitetul hotărăște a le exprima mulțumiri.

6. D-l T. Atanasescu, delegat să reprezinte Societatea în procesul ce i s'a intentat de către noul proprietar al localului, expune stadiul în care se găsește acest proces și arată că viitorul termen este la 5 Iunie a. c.

Comitetul mulțumește D-lui Atanasescu pentru modul cum s'a achitat de această însărcinare și îl delegă să reprezinte Societatea în acest proces, până la definitiva terminare.

7. Constatându-se că apariția Buletinului este înapoiată se hotărăște a se ruga D-l Inginer Filipescu ca să convoace pe D-nii secretari de redacție și să ia împreună toate măsurile ce vor crede necesare pentru a accelera apariția Buletinului, astfel ca să ajungă la curent.

8. Comitetul refuză cererea D-lui Godfraz Schmal de a i se permite să facă o expoziție de tablouri în saloanele Societății.

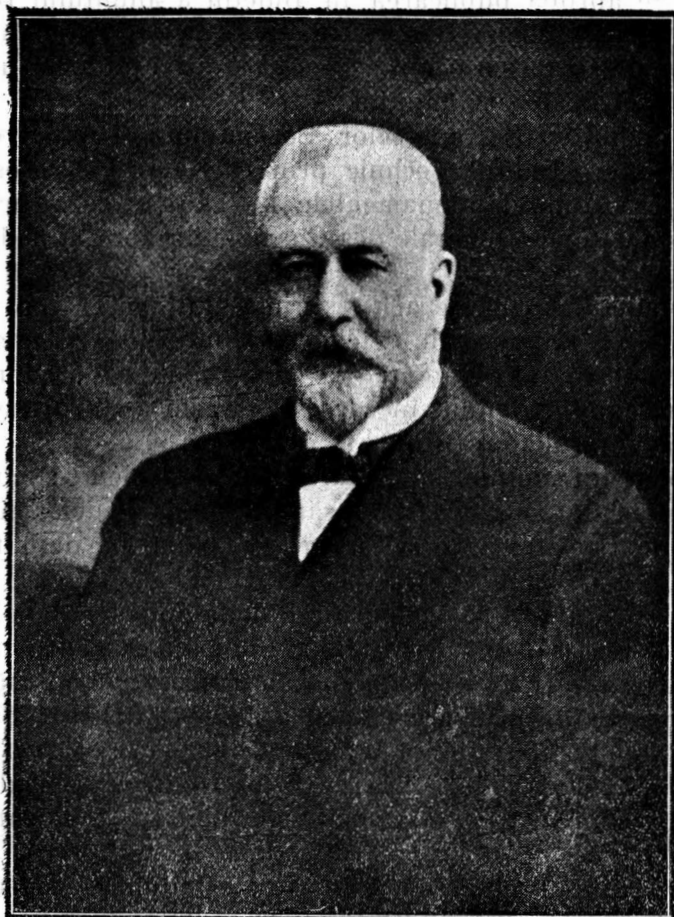
9. Comitetul hotărăște a se ține o adunare generală extraordinară în ziua de 27 Mai 1923.

Nemai fiind nimic la ordinea zilei, ședința se ridică la orele 19,30.

Aprobată în ședința Comitetului dela 21 Iunie 1923.

Președinte, (ss) **N. P. Ștefănescu**

Secretar, (ss) **I. Bușilă**



ELIE RADU

INGINER INSPECTOR GENERAL

PREȘEDINTELE CONSILIULUI TEHNIC SUPERIOR

Sărbătorirea D-lui Inginer Inspector General Elie Radu

La 26 Mai a. c. din inițiativa Societății A. G. I. R., aceasta împreună cu Societatea Politehnică a Inginerilor din România, au sărbătorit cei 45 ani de strălucită activitate în serviciul Țării, ai D-lui Inginer Inspector General Elie Radu.

S'a înmănat cu această ocazie ilustrului sărbătorit o adresă omagială pe pergament, iar la banchetul oferit în onoarea sa, foștii Miniștrii de Lucrări Publice din ultimii ani, actualul Ministru dela Instrucția Publică, precum și numeroși foști și actuali colaboratori sau elevi ai distinsului Inginer și Profesor, în cuvinte entuziaste au scos în relief fiecare câte o părticică din marile merite ce se desprind din prodigioasa activitate a D-lui Elie Radu.

La toate acestea, membrii Societății Politehnice, țin să adauge și aici omagiul lor către fostul lor Președinte și cel mai vechi membru al comitetului, pornit din recunoștința pentru neîntrecutele servicii aduse Țării, la a cărei progres tehnic a prezidat și contribuit atât de mult și din admirația pentru știința și talentul ce i-au făcut așa de rodnică munca neîntreruptă și neobosită de 45 ani.

Societatea Politehnică e mândră de gloria fostului ei Președinte și cu atât mai fericită de ocazia ce-a avut de a sărbători impunătoarea lui personalitate, cu cât fără nici un moment de întrerupere și neturburat de nici o preocupare străină de cariera sa, D-l Inginer Inspector General

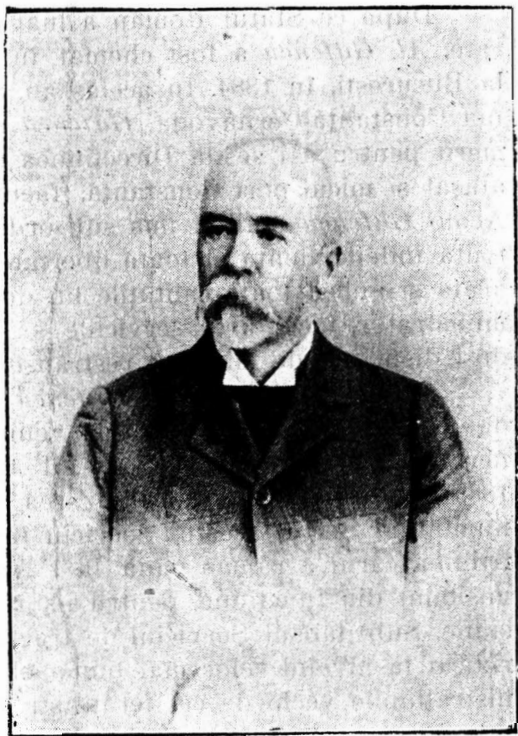
Elie Radu și-a consacrat întreaga sa activitate pentru a servi cu o egală ardoare și neînfrânt devotament Știința, tehnica și Patria; iar cinstea fără prihană și modestia acestui îndrumător, care l'au tmpus tuturor și l'au așezat dela începuturile activității sale așa de sus în stima și dragostea colaboratorilor și elevilor săi pot și trebuie să servească de pildă tuturor.

Urăm D-lui Elie Radu ani îndelungați, pentru a duce mai departe opera sa așa de fecundă și atât de necesară Țării și pe care nimeni mai bine ca dânsul n'ar putea-o realiza.

† **ALEXANDRU S. GAFENCU**

În ziua de 1 Ianuarie a anului acesta s'a stins din viață încă unul din fondatorii Societății Politecnice, fostul președinte al ei: *Al. S. Gafencu*.

Viața lui, în afara serviciilor ce le-a îndeplinit la Stat, ne este puțin cunoscută; defunctul, era de o modestie care nu se întâlnește de cât la oameni superiori; el nu vorbea nici odată despre dânsul. Doi ani, pe când eram secretar al Societății și dânsul Președinte, nu mi-a vorbit de cât de ce se făcea pentru Societate și de ce mai trebuia făcut pentru dânsa. Am cerut detalii asupra vieții sale D-lui *Gri-*



gore Gafencu, fiul său, dar și acesta ne-a răspuns că nu are de cât foarte puține date: „**deoarece defunctul nu vorbea nici odată de timpurile trecute**“.

Al. Gafencu, vlăstar al unei vechi familii moldovenești din Basarabia, s'a născut la Cahul în Septembrie 1843. Studiile liceale le-a făcut la Chișinău, după care s'a dus la Gand spre a studia ingineria, unde a urmat cursurile cu multă asiduitate și le-a terminat în mod strălucit: numele lui stă și azi gravat în litere acoperite cu aur pe placa de onoare a premiaților Universității de acolo.

La reîntoarcerea în Basarabia a intrat în serviciul unei Societăți Ruso-Germane de construcțiuni de căi ferate în Basarabia, Polonia și Ucraina. Mănat însă de o dorință, pe care o avea din copilărie, de a servi patria mamă, trece Prutul și în Aprilie 1877 se angajează ca inginer asistent la Societatea acționarilor Căilor ferate Române, lucrând succesiv la Brăila, Buzău și Bacău, unde ajunge la funcțiunea de Șef de secțiune la serviciul de întreținere.

După ce Statul Român a luat administrația Căilor ferate, *Al. Gafencu* a fost chemat în Administrația centrală, la București, în 1884. În acelaș an, Statul răscumpărând linia Constanța-Cernavoda *Gafencu* a fost găsit cel mai nimerit pentru a i se da Direcțiunea acestei linii la care era atașat și micul port Constanța, făcut de Englezi sub Turci. Acolo *Gafencu* nefiind pus sub ordinele nimănui, și având toată independența și toată libertatea de acțiune și-a putut arăta și aplica toate calitățile lui de organizator și bun administrator, făcând ca serviciile să funcționeze admirabil, deși dispunea de mijloace restrânse.

Aceste calități ale lui *Gafencu* au fost apreciate mult de *Gheorghe Duca*, care, după venirea sa ca Director general al Căilor ferate române, îl cheamă în București în 1889 dându-i în seamă organizarea Serviciului de tracțiune, numindu-l Șef al acestui Serviciu în Septembrie 1890, și în fruntea cărui a rămas până la 1 Aprilie 1901, când a dimisionat din funcțiune, pentru a-și regula drepturile la pensie. Sub dânsul Serviciul de tracțiune s'a dezvoltat și s'a ridicat la nivelul celor mai bune servicii similare din administrațiunile vechi de căi ferate străine. Dânsul mai are și marele merit că s'a ocupat cu chestiuni de economie națională în legătură cu acel serviciu și anume cu marea problemă a utilizării combustibililor naționali, ca păcura și lignitul, la încălzirea locomotivelor, și a uleiurilor produse la

noi, ca unsori. Prin îndemnul său, prin încurajare la studiu și la muncă, prin dojeni părintești la nevoie, *Gafencu* ajunsese să fie un șef iubit al subalternilor săi, dar și un părinte sufletesc al personalului acelui serviciu.

După marea criză dela începutul secolului actual, în anul 1901 guvernul a cerut Direcțiunii Căilor ferate reduceri mari de personal. *Gafencu* și-a dat atunci dimisia, spunând că prin plecarea sa se va economisi mai mult de cât prin licențierea câtorva nenorociți funcționari. La plecarea din serviciu inginerii săi i-au dat o masă colegială, la care am avut fericirea să particip și eu ca secretar al său la Societatea politehnică. A fost acolo un fel de **Cina cea de taină** dată pentru plecarea unui înțelept din mijlocul discipolilor săi. Durerea despărțirii a atins maximul ei când un mecanic de cale ferată, cu ochii plini de lacrimi i-a zis: «*Părintele nostru, cu ce-am greșit de ne părăsești*:» Aceste cuvinte spun mai mult despre sufletul lui *Alexandru Gafencu*, de cât oricâte aş mai putea adăuga eu aici.

În corpul tehnic *Gafencu* a fost admis în 1884 ca inginer ordinar clasa II, a fost înaintat inginer șef în 1890 și inginer inspector general în 1895.

După eşirea la pensie a mai stat puţin în țară iar în 1902 s'a stabilit retras în Elveția unde s'a ocupat numai de educațiunea și cultura copiilor. Acolo a stat timp de 10 ani reîntorcându-se în țară în 1912, de când a trăit liniștit în sânul familiei, fără a-și mai lua vre-o ocupațiune, până la moartea sa la 1 Ianuarie 1923.

Alexandru Gafencu este unul din cei 52 membri fondatori ai Societății politehnice: dânsul a făcut parte din comitet timp de 10 ani, iar după eşirea la pensie a fost proclamat membru de onoare al Comitetului, nevoind cu nici un preț să accepte preșidenția de onoare ce i se oferise. Dânsul fusese președinte al societății în două rânduri: prima oară în 1892—93 și a doua oară 1900—92. În timpul primei sale preșidenții Societatea a fost recunoscută ca persoană morală și juridică și și-a arătat desideratele cu ocazia întocmirii legii corpului tehnic. În anul de criză 1900, când guvernul hotărâse licențierea inginerilor de la Stat pentru lipsă de fonduri necesare lucrărilor, cei mai mulți din membri funcționari ai comitetului temându-se de a lua

vre-o atitudine în contra măsurilor hotărâte, inginerii tineri cunoscând tactul lui *Al. Gafencu* și nemărginita sa dragoste pentru binele și prosperitatea Societății, am făcut apel la dânsul să primească greaua sarcină de Președinte. Dânsul, deși era funcționar, a protestat la toate locurile competente pentru nedreptatea care se făcea Corpului tehnic Român, a pus să se facă un memoriu în care să se răspundă acuzațiilor aduse acelui corp, a pregătit un proiect de lege pentru respectarea titlurilor de inginer și arhitect și a scos pe ingineri din legea meseriilor unde fuseseră trecuți ca meșteșugari. Prin intervenirile sale personale s'a putut găsi ocupațiuni unora din inginerii licențiați din funcțiuni, astfel în cât grație lui, și concursului pe care i l-a dat D-nul *A. Suligny*, Societatea a putut trece prin marea criză care o dusesese aproape de pragul dizolvărei. Pentru marile servicii aduse, Societatea politectică rămâne veșnic recunoscătoare memoriei lui *Al. Gafencu*, portretul lui trebuind să fie așezat în una din sălile ei.

La înmormântarea lui *Al. Gafencu* Societatea Politectică a fost reprezentată prin un mare număr de membri, iar D-nul *N. P. Ștefănescu*, președintele nostru, a ținut o cuvântare în care a arătat opera tehnică a dispărutului și serviciile mari pe cari le-a adus corpului tehnic și Societății politectice. A mai vorbit apoi și D-nul *E. Pangrati*, fost inginer în serviciul de tracțiune sub ordinele lui *Gafencu*, arătând în cuvinte mișcătoare, marile calități sufletești ale dispărutului.

Aceastea sunt, pe scurt, viața și faptele lui *Alexandru Gafencu*. Ca patriot și-a părăsit situațiile ce ar fi putut avea în Rusia pentru a-și servi țara. Ca coleg și-a pus în pericol situația sa de funcționar pentru a-și servi camarazii săi de meserie, iar ca părinte a lăsat dorința de a sta în țară și posibilitatea de a-și crea venituri prin noi ocupațiuni, preferind a asigura copiilor săi educațiune și cultură. *Gafencu* apare astfel ca o figură demnă și impunătoare în perioada de creațiune a tehnicei române.

Ion Ionescu.

Relațiuni între geologie și tehnica huilei albe

CRISTEA MATEESCU
Inginer

O chestiune interesantă, dar mai mult de ordin teoretic, care se referă la întreaga strădanie a omului de a capta energia hidrolică a cursurilor de apă este aceasta :

Este sau nu energia hidrolică epuizabilă? Dacă practicește, pentru industriașul ale cărui interese se limitează în timp la generația lui, se răspunde invariabil că această energie este nepuizabilă, pentru cugetătorul care caută permanența lucrurilor, chestiunea nu are un răspuns atât de hotărât. Într'adevăr, geologia ne arată că au fost perioade în istoria pământului când ploile erau mult mai abundente decât astăzi, apele aveau un debit mult mai mare și dacă ar fi să credem pe unii geologi o posibilitate de moarte a zoosferei ar fi și prin dispariția apei de pe pământ.

Dacă ne limităm numai la o regiune, epuizarea energiei hidrolice poate avea loc și pe altă cale. Apa, prin acțiunea sa multiplă de dezagregare a scoarței, târăște materialele dezagregate dela altitudini mari spre mare și rezultatul acestei acțiuni lente de distrugere, târîre și depunere este *măcinarea munților și umplerea oceanelor*. Dar într'o regiune fără denivelări sensibile, nici o folosire a energiei hidrolice nu este posibilă.

Desigur, în natură, paralel cu măcinarea munților se produce și fenomenul compensator al formării de noi și-

ruri de munți, astfel că pe această cale este mult mai puțin probabilă epuizarea surselor de energie hidrolică.

Să presupunem că într'un viitor îndepărtat, un anumit râu cu toți afluenții săi a fost amenajat integral, torenții afluenți ai săi din regiunea superioară au fost stinși, prin împăduriri și uvraje speciale, pâraele și râurile mai importante din basinul său au fost complet amenajate pentru folosirea căderilor, pentru navigații, irigațiuni. Un râu astfel amenajat are desigur o acțiune extrem de redusă asupra reliefului. Intrucât în regiunea muntoasă eroziunea este împiedicată, formațiunea aluviunilor încetează, încetează deci și transportul lor, mai ales că panta râului este mult îndulcită prin baraje succesive. Ar rezulta deci că o amenajare integrală și completă a *unui râu reduce și întârziează fenomenul de măcinare a munților*.

Așa dar, dacă se urmărește amenajare integrală a apelor, nu am avea a ne teme de *epuizarea într'o regiune a energiei hidrolice* din cauză măcinării munților.

În sfârșit dacă ne limităm la o anumită uzină, vor fi cazuri când viața construcțiunii va fi limitată, oricât de repede s'ar adaptă ea la cerințele mereu noi ale tehnicii: este anume vorba de uzinele cari utilizează baraje rezervoare pe râuri cari aduc multe aluviuni. «Lacurile sunt fenomene geologice trecătoare» și acelaș lucru se poate spune și despre lacurile artificiale. Impotriva aluvionării unor rezervoare nu există astăzi nici un mijloc tehnic aplicabil, intrucât dragajul, sub orice formă, este astăzi o operație cu totul oneroasă. Concluzia generală a celor ce preced este: *atâta timp cât nu este vorba de dispariția apei pe pământ, fenomen geologic ce ar putea pune în joc existența însăși a viețuitoarelor care-l locuiesc, energia hidrolică este nepuizabilă*.

Din punct de vedere *practic*, geologia are un rol considerabil la amenajarea căderii apelor.

Numai geologul poate confirmă dacă amplasamentul unui baraj este bine ales, dacă traseul unui canal este admisibil, dacă se poate permite ridicarea nivelului unui lac, în sfârșit poate prevedea dacă viața unui rezervor artificial sau a unui lac natural este efemeră sau de o lungă durată, dacă lucrările hidrolice dintr'un loc nu vor avea rezultate su-

părătoare la o distanță și în puncte cu neputință de prevăzut fără ajutorul geologiei.

Vom arăta în cele ce urmează cum ne poate ajuta geologia în câteva chestiuni importante cari se pun cu prilejul amenajării secțiunii unui râu.

A. Studiul geologic al amplasamentului unui baraj.

Deosebim cazurile:

1) *barajul servește la o captare în derivație, fără creare de rezervoriu de acumulare.* În acest caz cercetările geo-

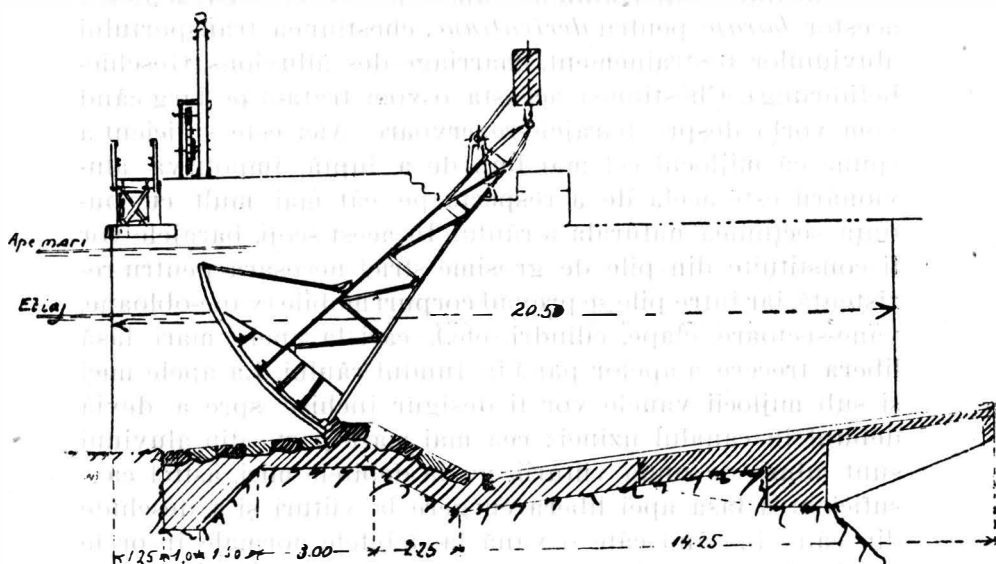


Fig. 1.

Barajul uzinei Drac-Romanche, cu fundațiile la mică adâncime, în prundiș. Închiderea se face cu o vană Taintor, care la apele mari lasă liberă trecerea undei.

logice vor fi mai mult de domeniul hidrografic. Intrucât ridicarea nivelului planului de apă este în general neînsemnată, nu este absolut necesar e merge cu fundațiile până la terenul sănătos; altfel ar trebui să mergem în unele cazuri cu fundațiile la adâncimi imposibil de atins căci sunt râuri a căror pături stâncoase sunt umplute de aluviuni pe o adâncime de 40—50 m. Sondaje recente în valea râu-

lui Durance au arătat la Serre-Ponçon depozite fluvioglaciare până la 70 m. adâncime. Se merge în acest caz cu fundațiunea suficient de adânc în depozitul de aluviuni pentru a împiedică fenomenele de afuiere și infiltrațiuni pe sub fundațiuni, fără a căuta să se ajungă la stâncă. Numeroase sunt barajele astfel construite și n'avem decât să cităm barajele uzinelor Drac-Romanche lângă Grenoble, Talulah, Rio Grande, Coon. Rapids (în America), Tarlungul (jud Brașov) etc. etc.

În astfel de cazuri aproape nici nu este necesar a face sondaje, iar chestiunile geologice vin pe ultimul plan.

O chestiune importantă de cunoscut este, la construcțiunea acestor *baraje* pentru *derivațiune*, chestiunea transportului aluviunilor (*entrainment*, *charriage des alluvions*, *Geschiebeführung*). Chestiunea aceasta o vom trata-o pe larg când vom vorbi despre barajele-rezervoare. Aici este suficient a spune că mijlocul cel mai bun de a lupta împotriva aluvionării este acela de a respecta pe cât mai mult cu putință secțiunea naturală a râului. În acest scop, barajele vor fi constituite din pile de grosime strict necesară pentru rezistență, iar între pile se prevăd corpuri mobile (vane-obloane, vane-sectoare, clape, cilindri, etc.), cari la apele mari lasă libera trecere a apelor până în fundul râului. La apele mici și sub mijlocii vanele vor fi desigur închise spre a devia debitul în canalul uzinei; cea mai mare parte din aluviuni sunt aduse de unda viiturii, nu la debitele mici, astfel că e suficient a lăsa apei libera curgere la viituri și a deschide din când în când câte o vană la debitele normale în orele de slabă consumație, pentru a preîntâmpina formarea depozitelor de aluviuni.

Exemple de baraj la care nu s'a luat în considerare această chestiune sunt multe: Avignonet, Quinson etc...

La barajele moderne de pe Rin (Laufenburg, Eglisau), Mississipi (Keokuk), Dordogne (Tuillière, Mauzac), Isle-Jourdain etc... s'a aplicat sistemul vanelor multiple.

2) *baraj-rezervor*. În studiul barajului-rezervor, geologia intervine cu atât mai mult cu cât lucrarea va fi mai importantă și cu cât condițiunile naturale par mai nesigure, Într'adevăr la executarea unei astfel de lucrări, este vorba

de *siguranța* că terenul de fundație și de incastrare laterală a barajului este suficient de *rezistent*, că acelaș teren, precum și fundul rezervoriului sunt suficient de *impermeabile*.

La un astfel de baraj fundațiile nu mai pot rezemă pe prundiș, dat fiind că planul de apă barată va fi înălțat cu câțiva zeci de metri, ci toate depozitele de aluviuni vor fi ridicate și stânca de fundație va rămânea la vedere; pentru a putea prevedea adâncimea și natura fundațiilor va fi deci necesar a cunoaște mai dinainte cât se poate de exact *adâncimea* la care vom găsi stânca. Cele mai bune mijloace sunt desigur în acest scop cele experimentale; înainte însă de a trece la sondaje sau săpături, studiul geologic ne poate releva cunoștințe foarte interesante.

Din lucrările și studiile barajelor mari din Franța, făcute în ultimele două decenii, s'au căpătat cunoștințe prețioase cu privire la *geologia văilor*.

Iată rezultatele obținute până acum, cari pot servi la determinarea adâncimei patului stâncos.

a) Sunt unele râuri a căror văi, săpate în timpurile geologice, sunt cu totul deosebite, în ceea ce privește profilul, de văile lor așa cum se prezintă astăzi: atât albia majoră, cât mai cu seamă albia minoră erau altădată la adâncimi cu mult mai mari decât astăzi. Din profilul transversal al văii *Rhonului* la *Génissiat* se vede că albia minoră geologică atinge 50 m. sub albia majoră actuală, care este săpată în depozitul enorm de aluviuni format în albia geologică.

După studiile d-lui *M. Lugeon* aceste depozite sunt de origine pur fluvială.

b) Sunt alte văi a căror albie este săpată în *depozite fluvio glaciare*, a căror adâncime poate atinge valori considerabile: Valea a fost străbătută în mai multe epoce de ghețari și apoi din nou umplute. Talvegul se găsește de pildă sub astfel de depozite în valea «Durance-i la Serre-Ponçon la 71 metri sub etiaj».

Examinând profilul transversal, vedem însă că această adâncime nu este atinsă decât într'un punct, stânca este cu mult mai la suprafață în albia majoră geologică și de aci rezultă necesitatea sondajelor în mai multe puncte. pentru a stabili punctul mai adânc al suprafeței stâncii și *numai cu ajutorul sondajelor* ne vom da seama de exacta situa-

țiune; totuși un geolog experimentat poate ști dela început dacă aceste cazuri există sau nu și cu oarecare aproximație el poate stabili adâncimea și lărgimea adevărată a văii.

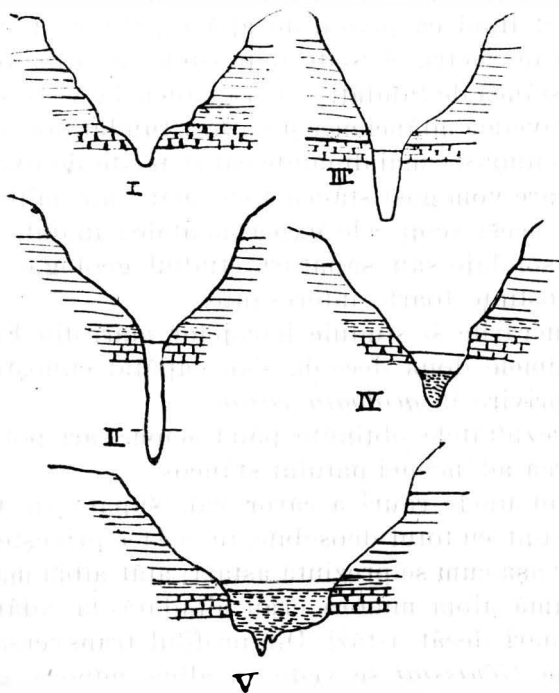


Fig. 2

Explicațiunea formării profilelor transversale

(M. Lugeon)

I. Apa întâlnește stânca moale C și o roade.

II. Eroziunea fundului încetează, căci iușeala apei a descrescut prin mărirea secțiunii.

III. Vârtejurile largesc strâmtoarea.

IV. Incepe aluvionarea.

V. Aluvionarea progresează, dar stânca rămâne intactă în partea inferioară.

c) Există la râurile a căror albie este săpată în stâncă de o slabă duritate, formațiunea numită *cañon* care, după cercetările d-lui Lugeon¹⁾ prezintă caracterele generale următoare :

¹⁾ M. Lugeon, Étude géologique du Haut-Rhône français (mém. de la Soc. géolog. de France, IV-e série, Tome II mem. No. 8, 1912).

1). O vale este cu atât mai adâncă cu cât este mai îngustă.

2). Profilul în lung al văii prezintă o serie de *pante* și *contra-pante*; în dreptul punctelor celor mai ridicate, valea este mai largă decât în punctele cele mai adâncite. În figură se reprezintă în perspectivă schema unei văi.

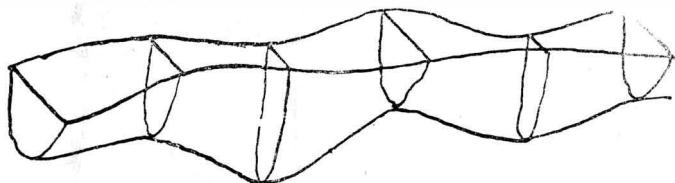


Fig. 3

Schema formațiunii contra-pantelor în albia stâncoasă a unui râu
(M. Lugeon)

Din cercetarea figurii se vede că nu putem spune *à priori* că amplasamentul cel mai favorabil al unui baraj este în punctul unde valea este cât mai îngustă; căci acolo adâncimea văii poate fi considerabilă și lucrările de fundațiune pot fi foarte anevoioase. La batardeau-urile de fundație făcute în beton, pentru construcțiunea barajului de pe «Fier» a trebuit a se merge cu fundația la o adâncime de 31 m. sub apă, ceea ce este un record în acest gen de lucrări ¹⁾.

Cum se formează acestecanioane? Cum evoluează ele? Sunt aceste canioane datorite existenței unei fâlii sau sunt fenomene de eroziune? Rezumăm mai jos explicațiile date în această privință în memoriul d-lui Lugeon asupra Rhonului.

Mai întâiu trebuie respinsă părerea spelelogilor în frunte cu d-l Martel că Rhonul curge atras de diaclaze longitudinale, căci grote nu se văd nicăieri. Geologia modernă ne arată că apele urmează linia de pantă și cursul lor nu este atras în diaclaze (numai apele subterane iau uneori drumul grotelor). Astfel și Rhonul curgea pe o suprafață întinsă și canionul nu a început a se forma decât la începutul perioadei glaciare würmiene. Canionul se formează și astăzi

¹⁾ Informație culeasă dela d-l Menjou, Directorul dela Société hydro-électrique de Lyon.

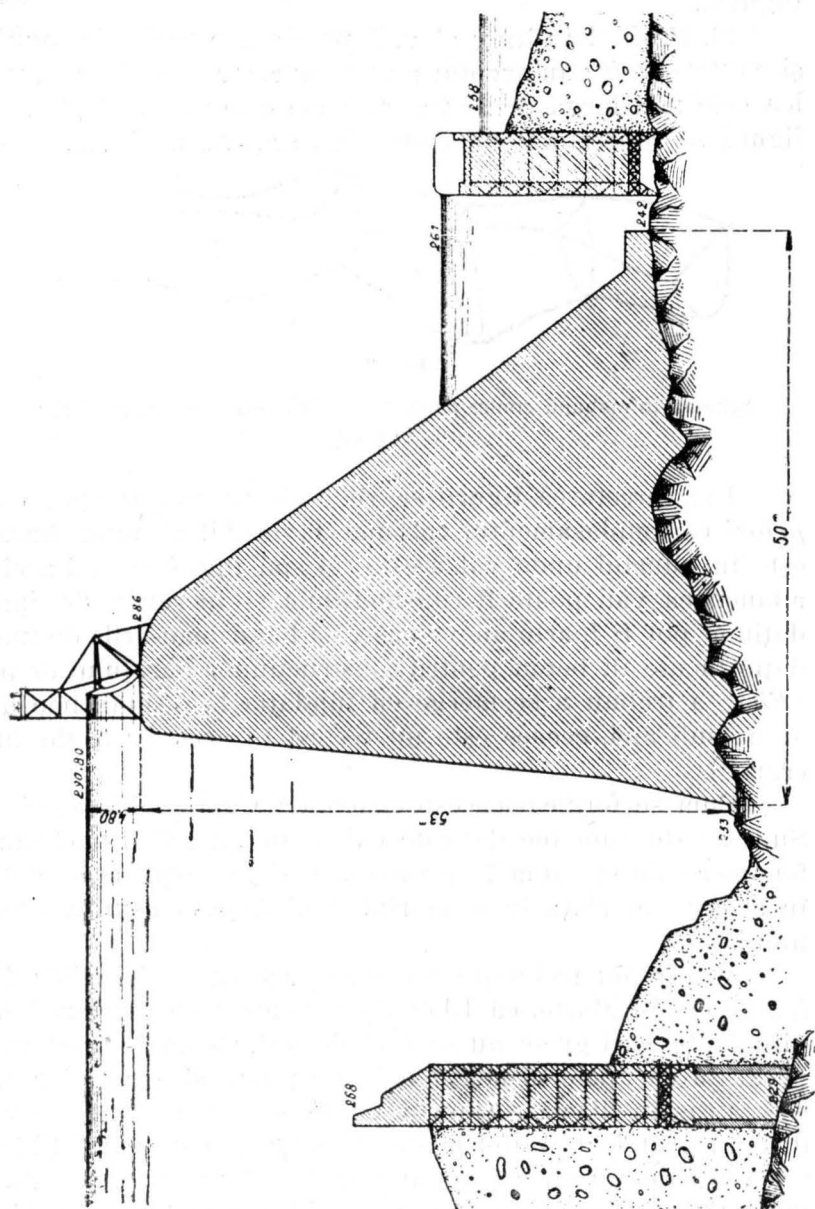


Fig. 4. — BARAJUL DELA PORTES DU FIER

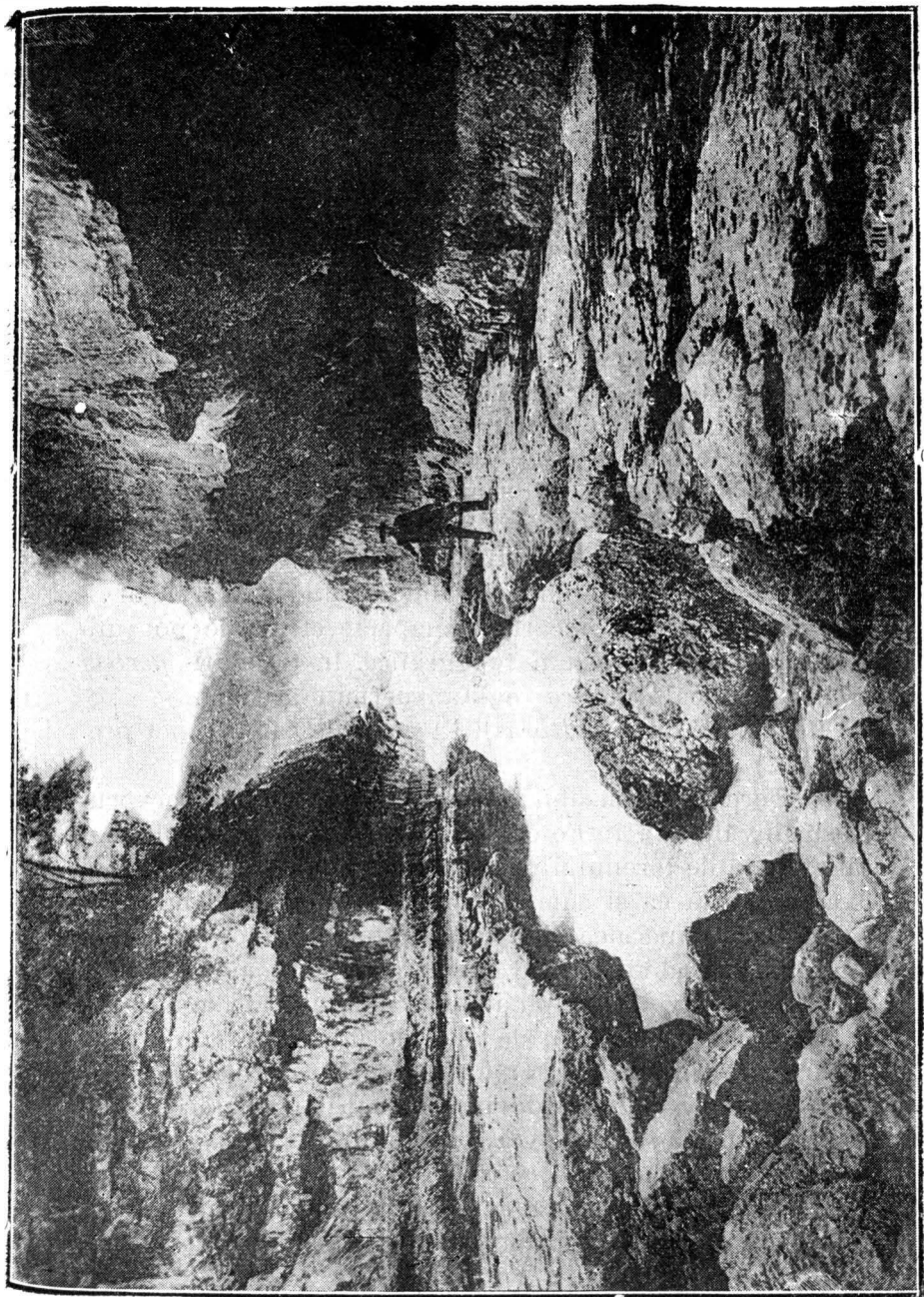


Fig. 5. — CAÑONUL DELA BELLEGARDE. (La perthe du Rhône)

în amonte prin eroziune regresivă (cu o iuteală de 70 m. pe secol). Fenomenul cunoscut al *pierderii Rhonului* a retrogradat puțin câte puțin în amonte, dela Génissiat până la Bellegarde. Cañonul s'a săpat oriunde apa a întâlnit stânca puțin dură C, conform schemei. O dovadă că aceste cañoane nu se datoresc diaclazelor, ci eroziunii, este faptul că la *Pont des Oule* cursul apei traversează două diaclaze, fără a fi cât de puțin influențat de existența lor.

În sfârșit nu trebuie uitat că pentru a hotărî definitiv dacă stânca de fundație este aptă pentru fundarea barajului, mai trebuie cercetată și grosimea stratului ei. Aceasta se face cu ajutorul sondajelor despre care am vorbit și cari trebuiesc duse destul de departe în adâncime căci adeseori sonda străbate blocuri eratice de câțiva m. grosime și poate întâlni după aceea iarăși formațiuni aluvionare (fig. 6).

O altă chestiune importantă este aceea a **impermeabilității fundului rezervoriului**. Nu este absolut necesar ca roca acestuia să fie impermeabilă (argilă, schisturi argiloase, marnă, granit, calcaruri compacte etc...); se pot utiliza interesante depresiuni topografice, în terenuri *perfect permeabile* dacă *tectonica* regiunii permite aceasta.

Rezumăm după *Killian W.*¹⁾ cazurile cari se pot prezenta :

a) Terenul permeabil care constituie fundul rezervorului este învăluit ca într'o cuvetă etanșe. Apa va umple mai întâiu cavitățile terenului permeabil până la *saturație*, apoi se va comporta ca și cum terenul ar fi impermeabil.

b) Dacă impermeabilitatea se datorește unor crăpături fine cari se deschid în aval sau lateral, la o mare depărtare și la un nivel nu mult inferior planului de apă superior, perderile de sarcină ale apei de infiltrație vor fi atât de mari încât practicește terenul poate fi socotit impermeabil. Cu timpul crăpăturile devin etanșe prin colmatare.

Nestudiindu-se geologia basinului, barajul rezervor Zola, lângă Aix-en-Provence nu s'a putut umplea niciodată.

Până acum am cercetat crearea basinelor de acumulare prin bararea râurilor; un mod destul de frecvent de a creia

¹⁾ *W. Killian*, La géologie et l'amenagement hydro-électrique des chutes d'eau (La Houille Blanche 1921).

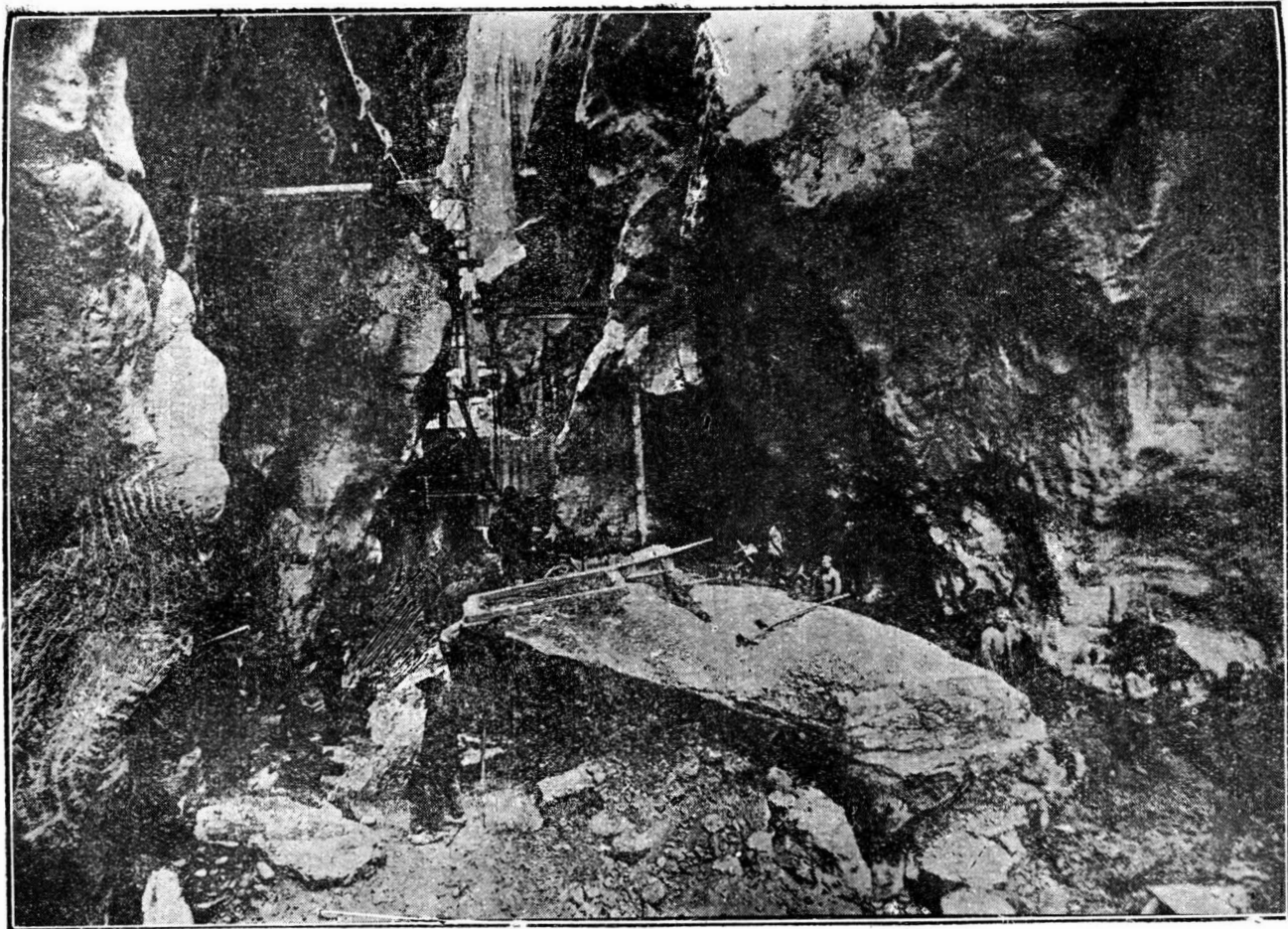


Fig. 6. — În fundul „Fierului”. Se poate vedea blocul, care ar fi putut înșelă asupra adâncimii fundului dacă sondajele ar fi fost insuficiente.

rezervoarele hidraulice este acela al folosirii *lacurilor existente*, fie prin ridicarea fie prin scoborîrea nivelului apei. În aceste cazuri studiul geologic este și mai dificil și primele cunoștințe ce trebuie să adunăm sunt acelea privitoare la origina lacurilor. Studiul aprofundat al acestei chestiuni s'a făcut în Elveția. După d-l *L. W. Collet*¹⁾ lacurile sunt de trei feluri: l. de baraj, l. produse prin eroziune glaciară, l. karstice.

Între *lacurile de baraj* cele mai multe se datoresc surpărei unui munte într'o vale; de aceea aceste lacuri au pierderi de apă, cari vor crește cu creșterea presiunii. Deci *nu se va ridica nivelul lacului* înainte de a proteja barajul natural cu argilă bătută.

Multe alte lacuri *de baraj* se datoresc morenei frontale a unui ghețar; sub morena frontală se găsește un zăvor de stâncă și avem aface cu eroziunea glaciară.

Lacurile produse prin eroziune glaciară se formează pe palierul ros, în urma retragerii ghețarului. Basinel este deci impermeabil. Multe câmpii aluviale sunt formate la fel, prin umplerea cu aluviuni a unor astfel de lacuri.

Lacurile karstice sunt depresiuni datorite acțiunii dizolvante a apelor meteorice cari pătrund în stânca calcară prin crăpături. Uneori, depozitul de morene de fund a alterat crăpăturile făcând posibilă formarea lacului.

Date fiind originea acestor lacuri, se vede că ele pot avea pierderi sub lacustre, cari se pot mări considerabil și pot deveni iremediabile, decă ridicăm nivelul apei.

E adevărat că fisurile se pot cimentă, dar sunt și pierderi invizibile și sunt fisuri colmatate care se pot redeschide în caz de mărire a presiunii hidrostatice.

Din cele ce preced se vede că origina lacului are o deosebită importanță când luăm hotărârea de a ridica nivelul apei; de asemenea lucrările de fundație cari s'ar face pe zăvorul lacului pot fi compromise dacă acest zăvor nu-i destul de rezistent.

Odată captarea, cu sau fără rezervor creată, apa celei mai adesea se derivează într'un canal care poate fi descoperit sau subteran, cu liberă scurgere sau sub presiune.

¹⁾ *L. W. Collet*, Sur le lac de Mattmark. (Étude modèle).

B. La determinarea traseului canalului intervin iarăși câteva considerațiuni geologice. Se vor evita la conducerea traseului, fostele văi umplute cu prundiș, terenurile fugitoare, cari în cazul canalului de coastă pot produce multe neplăceri. Un astfel de caz am întâlnit la *Rivier d'Allemont* (Eau d'Olle, Grenoble) unde canalul de coastă, alcătuit dintr'o conductă de tolă de fer, insuficient protejat, a avut de suferit adesea stricăciunii din pricina dărâmăturilor ce veneau de sus. De aceea când terenul este socotit ca insuficient de stabil, mai bine se va cheltui ceva mai mult, făcându-se tunel, decât să se mențină traseul pe coastă.

În cazul tunelurilor, acestea nu se vor depărta în general prea mult de suprafața solului, pentru a putea fi atacate din mai multe puncte dintr'odată, prin «ferestre». De aceea și la traseul tunelului suntem expuși a da peste văi umplute cu pietriș, morene aquifere, fâlii pline cu pietriș, conuri de dejecție etc. Aceste accidente geologice trebuiesc evitate pe cât se poate spre a nu compromite *stabilitatea și etanșitatea galeriei*.

Adeseaori se întâlnesc *stânci calcareoase* cu foarte multe crăpături, grote, etc. Deși calcarul este o stâncă rezistentă, etasă și ușor de săpat, dacă prezintă prea multe crăpături, va fi evitat; în caz de imposibilitate de a-l evita, toate crăpăturile vor fi astupate cu ciment.

În ceea ce privește natura rocei, *se vor evita în special gypsul și anhidrita*. Cele mai multe cimenturi sunt descompuse de apele sălcii, deci gypsul este periculos lucrărilor de zidărie. Citez după Killian un singur exemplu, dar care va fi convingător: La Volta, în Tarentaise a fost nevoie să se modifice traseul unui subteran deja construit, de mai mulți kilometri lungime, ceea ce a pricinuit cheltueli considerabile. Mai citez un caz întâlnit în Elveția, unde în parte cel puțin, cauza accidentului a fost datorită gipsului: cazul tunelului dela Ritom, despre care voi scrie mai detaliat mai departe.

Anhidrita trebuie de asemenea evitată, căci în contact cu apa, ea devine gips.

Studiul geologic al regiunii mai are importanță și pentru motivul că se poate evita conducerea traseului în stânci unde lucrul ar fi prea costisitor (granit) sau în stânci cari

ies din lucru cu asperități prea pronunțate (deci au nevoie de o îmbrăcămintă de beton prea scumpă (schisturi).

În sfârșit, în cazul tunelurilor sub presiune, cu cât presiunea apei va fi mai mare, cu atât stânca trebuie să prezinte mai multe garanții de soliditate și etanșeitate. La o uzină a d-lui *Paul Girod* (Ugine, Savoie), s'a trimis apă sub presiune într'un tunel fără a face un studiu mai aprofundat. Pierderile de apă erau însă atât de mari, încât a fost nevoie să se introducă în tunel, o conductă de tolă de un diametru mai mic. *La Ritom*, uzină destinată liniei ferate electrice a Gothard-ului, s'a dat cep lacului Ritom la 30 m. sub nivelul apei în lac și se socotea că muntele în care eră săpat tunelul va rezistă acestei presiuni. Deși raportul geologic fusese defavorabil, nu s'au luat dispozițiuni pentru a întări pereții tunelului împotriva presiunii dela interior la exterior, dat fiind că practica tunelurilor nu se preocupă decât de presiunea dela exterior spre interior, se comptă apoi pe masivitatea muntelui.

Accidentul ce s'a produs la încercarea tunelului constă în pierderi importante de apă, manifestate prin apariția unor izvoare în coasta muntelui, provenite prin infiltrațiuni în fisuri longitudinale în tencuiala tunelului, de mai multe sute de metri lungime. La golirea tunelului, fisurile apăreau f. numeroase, dar de dimensiuni capilare (fracțiuni de m/m); sub sarcină, se presupunea că ele deveneau largi crăpături prin care apa pătrundă în munte și-și găsea apoi loc prin golurile din masa lui.

După studierea amănunțită a cauzelor accidentului și indicarea mijloacelor de remediere, a căror publicație nu poate avea loc în cadrul acestui articol ¹⁾ comisiunea de experți a trecut la «experiențe» și a formulat următoarele concluziuni, interesante și din punct de vedere geologic:

Dacă stânca este impermeabilă, se poate admite să se formeze în zidăria tunelului crăpături din pricina deformățiunii stâncei, deci nu este nevoie de a armă tunelul; dacă stânca nu este perfect impermeabilă, dar compactă și perfect elastică, nu este nevoie de armături în cazul când

¹⁾ **Büchi, Rohn et Rothplatz**, L'accident de Ritom (Rapport des experts, publicat în Bulletin technique de la Suisse romanelle 1921).

tencuiala este perfect aplicată și apa nu este sclenitoasă ; dacă stânca este permeabilă și plăstică, se va face abstracție de ea, oricât de adânc ar fi săpat tunelul și se va armă în raport cu presiunea interioară a apei. ¹⁾

În ceea ce privește celelalte uvraje hidraulice ale unei instalațiuni hidroelectrice precum camera de apă, conducta forțată, centrala, nu avem nimic nou de spus afară de cele ce preced.

C, Problema aluvionării se pune în special la crearea barajelor-rezervorii. În cazul unei simple derivațiuni, am văzut că ea poate fi ocolită prin construirea, în râurile cari duc mult prundiș, de baraje cari să nu modifice prea mult secțiunea râului. Vanele fiind ridicate, apa va transporta cu sine aluviunile, cari nu vor mai împotmoli barajul.

La barajele rezervorii o soluțiune analoagă nu este posibilă, dat fiind că scopul acestor construcțiuni este de a folosi apa uneori până la ultima picătură pentru producțiunea de forță motrice. De aceea în cazul creațiunii unei astfel de lucrări, trebuie studiat *cât de acută este problema împotmolirii adică de știut mai dinainte «debitul solid» anual al râului spre a calcula cât timp va dura rezervoriul de apă.*

Materialele sunt transportate de un râu în trei modori :

- a) în soluție
- b) în suspensiune
- c) târâte pe fund

Ultimele două moduri de transport ne interesează în deosebi.

I. Materialele în suspensiune variază cu debitul și sunt în cantități mai mari la *viituri*. La unda de apă corespunde o undă de aluviuni, al cărui maxim precedează unda de apă. Variația debitului solid este mult mai bruscă decât a debitului lichid și diagrama următoare arată corelațiunea între variațiile limnimetrice și ale aluviunilor observate ²⁾.

¹⁾ Prof. **Meyer Peter**, Comunicare la Asociația Inginerilor și arhitecților elvețieni în Zürich 1921 la discuția proiectului Wägghal.

²⁾ **L. W. Collet**, Étude sur le charriage des alluvions. (Annales suisses d'Hydrographie 1916).

Deși această corelațiune nu se poate contesta, totuși s'a observat pe unele râuri că în anii secetoși a fost transportul maxim de aluviuni. (În 1900 la Jambach, observat de Greim. D-l de Blonay, directorul uzinei Martigny-Bourg (Elveția) studiind apa râului Drance, a stabilit o corelațiune între undele de căldură și undele de nisip. E sigur că cea mai mare cantitate de aluviuni este transportată în râurile cu caracter alpin, primăvara; ploile de vară găsesc terenul oarecum curat și aluviunile sunt mai puține. Nu cunosc să se fi făcut observațiuni de acest gen

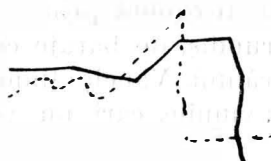


Fig. 7

..... unde de nisip
 — unde de apă

la râurile din România; am putut însă observă la râul «Tarlungul» că în timpul unei viituri de toamnă apa a adus mai multe aluviuni decât în interval de mai multe luni.

Cantitatea de materiale în suspensie și de aluviuni în general, depinde de constituția geologică a basinului (duritatea stâncilor) de constituția orografică și de felul culturilor.

În secțiunea unui râu, se pare că conținutul în materii solide crește către fund, datorită mișcării turbulente ¹⁾ și că descrește dela mijlocul secțiunii spre maluri ²⁾. Datorită vârtejurilor (Osb. Reynolds) sunt menținute în suspensie și materiale care altfel ar cădea la fund. Astfel la construcția uzinei Laufenburg pe Rin s'au constatat în suspensie pietricele de 6 cm. diametru. D-l Wilhelm crede a fi observat că transportul materialelor mai grele se face prin sărituri pe fundul apei ³⁾. Pentruca un corp solid să fie în

¹⁾ P. Forcheimer Hidraulik (19) pag...

²⁾ M. Müller. Observațiuni în Rhon la Sion.

³⁾ Ivan Wilhelm, *La Durance* (monographie).

suspensie, este necesar și suficient ca viteza ascendentă a vârtejului să fie egală cu aceea a căderii libere a corpului în apă ¹⁾.

Date fiind variațiunile în transportul aluviunilor spre a face un studiu valabil este nevoie a lua probe de 2—3 ori pe zi, din mai multe puncte ale secțiunii râului și a da o deosebită atenție la viituri.

Transportul materialelor în suspensie influențează debitul apelor. La aceeași înălțime limnometrică nu corespunde aceeași viteză (și debit) a apei, când apa e clară sau turbure ²⁾.

Armin Schoklitsch ³⁾ arată de asemenea influența șariajului asupra coeficientului de rugozitate.

Cantitățile de materiale transportate în suspensie sunt eminamente variabile. *Utrecht* studiază Rhonul la Porte du Scex din Iulie 1904—Iulie 1905 și găsește debit solid la litru de apă între

$$0,01—1,69$$

În Drance s'au găsit maxim. 28 gr./litri, în Borgne 35 gr./l.

II. *Materialele târâte pe fund* sunt mișcate datorită așa numitei forțe de târire (Dubuat) (Schleppkraft, force d'entrainement), care se exprimă prin formula (a) $S=1000 \text{ t. I. kg. pe m. lățime de curent. (t adâncime în m, I panta superficială a apei). Într'o secțiune F}$

$$S = 1000 \text{ I. F.}$$

Formula (a) explică: De ce unda de aluviuni precede

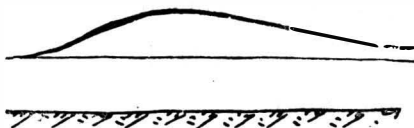


Fig. 8

Unda de apă (viitura)

¹⁾ Boussinesq, Eaux Courantes.

²⁾ Mougin, Rapport de M. M. à la Direction générale des Eaux et Forêts p. 13 11/I, 1909.

³⁾ Armin Schoklitsch «Über Schleppkraft und geschiebeführung» 1914.

pe cea de apă, căci în partea frontală a undei I este mai mare (v. figura), pentru ce se depun materialele în bancuri (acolo t este mai mic), precum și o mulțime de alte fenomene.

Se deosebesc două forțe de târîre-limită: una necesară a pune în mișcare o piatră în repaos și alta (cu 30% mai mică) necesară pentru conservarea mișcării.

După *Krenter*, materialul de diametru e , de densitate δ , la un coeficient de rugozitate f , are nevoie de o forță de târîre cel puțin egală cu

$$S = 1000 \ e \ f \ [\delta - \omega).$$

Formule noi, neverificate încă, dau cantitatea de material *târât* pe fund de o apă. Dacă S_1 , S_0 sunt respectiv forța de târîre reală și limită într-o verticală, cantitatea de aluviuni târâte este

$$g_1 = x \ S_1 \ (S_1 - S_0)$$

x fiind un coeficient care depinde de densitatea materialelor transportate. Introducând în ultima formulă pe S în funcție de I și t , putem integra g în secțiunea unui râu. *Schoklitsch* (13) transformă această formulă în

$$g = 0,54 \ \frac{\gamma^2}{\delta - \gamma} \ t \ I \ (t \ I - t_0 \ I_0) \ m^3/m \text{ lățime de}$$

râu și secundă (t , t_0 în m, γ , δ în kgr./m^3).

Dificultățile cele mai mari sunt la determinarea lui x și a lui S_0 , pe cale experimentală.

Wilhelm presupune că volumul solid q este proporțional cu lucrul mecanic total de scurgere al fluviului, deci cu $Q \cdot I$ și stabilește experimental

$$q = 523. \ Q \cdot I.$$

$Q \ m^3/\text{sec}$ medie anual

I panta medie « în ‰.

$q \ m^3$ total anual de materiale transportate (*inclusiv cele în suspensie*).

Datele pentru râul *Verdon*: $q = 44430 \ m^3$ $Q = 8 \ m^3/\text{sec}$. $I = 4,72\%$ au servit la stabilirea formulei. Formula se potrivește la multe râuri și s'ar putea încerca și adaptă individual și pentru râurile noastre.

Alte date: Aluviuni totale în lacul Léman 615 m³/km² și an.

Arve (Coutagne).	481	»
Reuss 6170 m ³ solid pe an/m ³ apă și sec.		
Kander 9450	»	»
Aache 3000	»	» etc.

Depunerea aluviunilor. Cele ce preced ne permit a evalua cantitatea aluviunilor transportate. E necesar a cunoaște și legea depunerii aluviunilor. În toate tratatele de hidraulică găsim vitezele limite ale apei pentru ca un anumit material să nu fie transportat. În lacuri viteza apei este de obicei sub aceste limite. Sedimentarea este mai activă când apele sunt mari, ea este funcție de temperatură, întrucât densitatea apei variază simțitor cu temperatura. D-l *Collet* dă viteza de cădere a materialelor în suspensie în funcție de temperatură:

$$V_t = v_0 (1 + 0,0340 t + 0,0002 t^2)$$

Argila întârziează căderea.

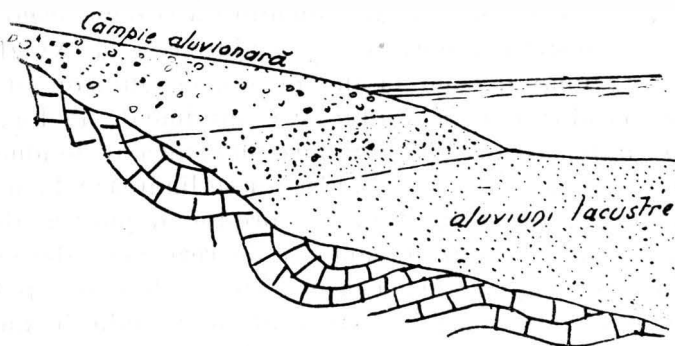


Fig. 9.

Schema colmatării unui lac.

În schema alăturată se vede procesul de depozitare al aluviunilor: materiile în suspensie se depun pe toată suprafața lacului; cele târâte pe fund se depun imediat ce ajung în albia lacului. La Verdon se observă separație completă între nisip și pietriș, depozitul de pietriș are o pantă bruscă (pana la 45°), dar cu cât cursul de apă este mai puternic, cu atât panta e mai dulce. Cum zona de aluviuni

impalpabile se înalță în timp ce delta avansează în lac, rezultă că suprafața de separație este în contra-pantă, dacă delta crește prea încet; ascendentă, dacă delta avansează prea repede.

Panta deltei propriu zisă corespunde echilibrului fluvial.

Dacă cunoaștem materialul transportat într'un punct, mai în amonte decât cel ce considerăm, se poate deduce transportul în punctul care ne interesează introducând în calcul *uzarea materialelor*. Dacă procentul de uzare este $t\%$ pe km, pe t km., volumul transportat A , rămâne numai

$$A_n = A (1-t)^n.$$

t se poate lua după suedezul Erdmann.

0,3—0,42% pentru pietre granitice

1,5 0/0 » » calcaroase

Cu aceste date putem, într'un caz concret, să studiem cu oarecare înlesnire durata unui baraj rezervor și să introducem eventual. rezultatele în calculul rentabilității sale, ținând seama și de mijloacele prevăzute pentru despotmolire

Cercetând fenomenul de colmatare a rezervoarelor existente se constată uneori cifre îngrijitoare: la Avignonet basinul s'a umplut complet în opt ani, la Quinson în cinci ani, iar patul râului s'a înălțat pe o lungime de 12 km.

De altfel, ca orice intervenire puternică în fenomenele naturale, efectul barării unui râu nu se limitează la umplerea basinului. În acelaș timp se produc depuneri, deci o înălțare a albiei râului, în amonte de rezervor, adeseori pe o lungime de câțiva km., ceea ce desigur e foarte supărător pentru exploatare, căci în fiecare an se inundă în amonte noi terenuri de către apa remu-ului crescând și trebuie procedat la despăgubiri sau noi expropieri.

Nu este locul a examina în amănunt mijloacele de luptă împotriva împotmolirii basinelor artificiale. vom indica numai că, în afară de mijloacele de combatere directă, precum: deschiderea vanelor de fund, dragaj, absorbirea noului cu pompe și refulare în aval etc. mai sunt două mijloace preventive cari însă ar necesita uneori mijloace financiare nepotrivite cu rezultatele se s'ar obține: *a)* împădurirea și înierbarea întregului basin de recepțiune în amonte, cu stingerea torenților. *b)* Crearea de baraje pro-

vizorii, în amonte, cu scopul determinat de a reține aluviunile, sau crearea de uvraje speciale pentru prinderea pietrișului, ca labirinturi etc..

* * *

Cred că am atras suficient atenția în articolul de față asupra rolului geologiei în creațiunea lucrărilor hidroelectrice și fără a fi geolog, am făcut aceasta, plecând dela ideea că astfel de cunoștințe și orientări sunt necesare acum, în epoca de pregătire a proiectelor marilor lucrări cari vor schimba fața economică și vor ridica treapta de cultură a țării noastre.



Asupra teoriei generale a Relativității ¹⁾

AL. PROCA

Inginer

II

Am văzut în cele precedente cum spațiul cu 4 dimensiuni, adică Universul, are o influență asupra materiei în sensul că e capabil să provoace fenomene de gravitație grație curburii lui.

Am mai văzut însă că, la rândul ei, materia influențează spațiul, curbându-l.

Așa dar prezența materiei provoacă curbura spațiului; la rândul ei această curbura își manifestă apariția prin fenomene de gravitație.

Există astfel un schimb continuu între materie și spațiu; ambii lucrează simultan, unul asupra celuilalt. Dacă într'un câmp de gravitație introduc un corp, nu numai că acest corp e supus acțiunii câmpului (care, de exemplu, îi schimbă mișcarea) dar *însuși câmpul e modificat* de prezența corpului. Fenomenul e cunoscut din electricitate: dacă într'un câmp electric introducem un corp electrizat, acesta e supus unor anumite forțe, dar în același timp și câmpul electric e modificat.

Se stabilește întotdeauna un echilibru; și acțiunea spațiului asupra unui corp, — depinzând de curbura lui, — depinde de distribuția *întregei* cantități de materie care există în acest spațiu, inclusiv corpul considerat. Dacă această distribuție se modifică, — se schimbă și acțiunea pe care o suferă corpul. Avem analogie completă cu fenomenul electric amintit.

¹⁾ Vezi No. 11—12, 1922.

Asemenea asemănări sunt destul de frecvente; studiul aprofundat al teoriei ne-ar putea indica dealminteri în ce fel intervin în ea ideile dominante din fizica de azi, și ne-ar prezenta-o ca ultimul termen al evoluției acestor idei, ca o generalizare extrem de îndrăzneță, dar care se sprijină pe ele și care n'ar putea să aibă fără ele, însemnătatea pe care o are.

Am putea constata în acest fel cât de adevărată e afirmația că știința e în evoluție continuă, automatică și că cea mai extraordinară și neașteptată descoperire nu e decât rezultanta unei serii întregi de experiențe neinterpretate, de teorii bune sau false, de păreri, de sugestii, de insuccese pe care la un moment dat o minte genială le strânge la un loc, le coordonează și le dă viață, descoperind în fine și ultimul inel al lanțului de raționamente care le leagă pe toate într'o teorie unitară și armonioasă.

Să presupunem că nu mergem așa departe și că ne limităm la un caz simplu, la cazul soarelui care atrage o planetă.

Cum am văzut nu are sens să vorbim de o atracție și în general nu are sens să vorbim de o acțiune la distanță. Procesul după care are loc aparenta atracție e următorul: soarele curbează spațiul înconjurător, tot așa după cum un magnet ar provoca tensiuni în eter; planeta, situată într'un spațiu curb, suferă influența directă a acestuia, influență care se manifestă prin devierea dela linia dreaptă. Așa dar, de fapt, tot soarele acționează asupra planetei dar nu direct (acțiunea la distanță e imposibilă), ci din aproape în aproape, prin intermediul unui continuu special având rolul de intermediar, analog cu rolul eterului din vechea teorie a atracțiunilor magnetice.

Un corp provoacă în jurul lui un câmp gravific; întâlnim și aci noțiunea de câmp, care dela Faraday, caută să pătrundă în toată fizica; aci însă e vorba de un câmp special, ale cărui linii de forță ar fi geodezicele unui spațiu cu 4 dimensiuni, din care una ar fi timpul, -- un câmp de o natură cu totul neobișnuită.

Noțiunea de câmp își are origina în puternicul impuls de altădată, de a înlocui toată teoria fenomenelor cu

acțiune la distanță prin teoria acțiunilor de contact. Dacă judecăm felul în care am tratat noțiunea de spațiu până acum, putem recunoaște în această tratare, o preocupare analoagă. Spațiul pe care-l cunoaștem până acum, spațiul pasiv, euclidian, are proprietăți ce nu se împacă cu principiul care n-a făcut să abandonăm teoria acțiunilor la distanță.

Așa, în spațiul euclidian există corpuri solide, indeformabile; pot transporta un corp la o distanță orcât de mare fără ca el să-și schimbe forma sau proprietățile. Această independență față de drumul parcurs nu e în spiritul unei fizice care are la temelie principiul acțiunilor de contact, principiul continuității.

În teoria relativității însă se face un studiu mai aprofundat al noțiunii de spațiu în spiritul cercetărilor moderne. În general, un corp deplasat din A în B își modifică forma. Corpul care este acum în A nu e identic cu acelaș corp transportat în B la o distanță finită oarecare; ba chiar diferențele depind de drumul parcurs. O asemenea egalitate, care în definitiv e o «acțiune la distanță», nu e posibilă decât în împrejurări cu totul speciale.

Noul mod de a privi spațiul e mai conform cu o cerință fundamentală a filozofiei naturale de azi, aceea a părăsirii oricărei ipoteze a acțiunilor la distanță.

În acest chip teoria relativității modifică anumite capitole ale științei pentru a le pune de acord cu principiile generale, cu acele idei dominante de care am pomenit mai înainte, — introducând mai multă unitate și mai multă armonie.

Vom mai lua un exemplu de asemenea modificare, interesantă mai ales prin consecințele ei.

* * *

Să considerăm principiul inerției și mișcarea plantelor. Știința clasică spune: planetele aruncate în spațiu ar merge înainte cu o mișcare rectilină și uniformă, dacă n'ar exista atracția soarelui, care să le devieze în fiecare moment, din drumul lor.

Dacă examinăm prima parte a acestei afirmațiuni, constatăm că ea nu e conformă cu principiul relativității.

Intr'adevăr, ce sens au cuvintele: «mișcarea e rectilină și uniformă»? Față de care sistem de referență? Dacă se va găsi un observator pentru care mișcarea să fie într'adevăr de acest fel, pentru altul ea va fi curbilinie și variată. Afirmatia n'are sens precis. Proprietatea corpurilor pe care am numit-o inerție, anume aceea de a perzista într'o mișcare rectilină și uniformă n'a fost stabilită prin experiență directă; ea rezulta dintr'o prelungire abstractă a acestor experiențe și concluzia greșită la care acestea ne-au condus se datora, — cum vom vedea, — întinderii prea reduse a domeniului experiențelor noastre, care făceau ca spațiul să ne apară euclidian.

Teoria generală a relativității modifică în chipul următor afirmația de mai sus.

Nu există atracție din partea soarelui, deci nici *deviere* dela un drum drept; soarele n'are decât rolul de a curba spațiul. În acest spațiu curb planetele se mișcă *liber*, după geodezicele acestui spațiu, tot așa după cum un corp greu se mișcă pe un plan înclinat după linia de cea mai mare pantă.

Un corp lăsat liber într'un punct al spațiului cu 4 dimensiuni va urma o curbă care este pentru spațiul dat, ceea ce este linia de cea mai mare pantă pentru planul înclinat, adică o geodezică, curba putând fi definită intriusec independent de sistemul de referență.

Principiul inerției modificat spune deci, *că un corp lăsat liber urmează geodezica punctului inițial*.

El se mișcă, cu alte cuvinte, așa cum îi permite spațiul cu 4 dimensiuni în care se află. Deplasarea lui e comandată de curbura spațiului; dintre toate mișcările pe care le-ar putea lua, el alege una anumită, determinată tocmai de structura spațiului.

În acest chip principiul inerției pierde acel caracter misterios pe care-l avea în vechea lui formă.

El devine de fapt un principiu de minimum, exprimat în definiția geodezicelor universului.

În sfârșit el arată că inerția e și ea datorită curburii spațiului, cu alte cuvinte că această proprietate și fenomenele de gravitație au aceeași cauză; că inerția nu e decât

un fel de manifestare a curburii spațiului, cu alte cuvinte, că *inerția și gravitatea se confundă*.

* * *

Putem privi chestiunea și din alt punct de vedere, care ne va duce la considerarea unei probleme extrem de importantă a fizicii trecute.

Dacă vrem să punem în mișcare un corp care e în repaos, acesta opune o rezistență datorită inerției. Acelaș lucru, — după vechiul fel de a vedea, — cu un corp liber în mișcare rectilină și uniformă și pe care am voi să-l deviem din drumul său.

Rezistența aceasta pe care o opune corpul unei variațiuni de viteză este proporțională cu masa lui.

Putem avea astfel o indicație asupra felului cum se va opune un corp unei încercări de a-i schimba regimul permanent de mișcare, măsurându-i masa; concis putem spune că *masa unui corp măsoară inerția lui*, — după cum știm, de altfel.

Apare astfel în mod natural aci una din noțiunile care au provocat pe vremuri discuții lungi și fără nici un rezultat definitiv, anume noțiunea de *masă*.

Rând pe rând privită ca un număr reprezentând o cantitate de materie, ca un coeficient de inerție, ca element determinat de o cantitate de mișcare, masa n'a putut fi definită în mod riguros, căci toate încercările se izbeau, sau de un cerc vițios sau de necesitatea introducerii altor elemente suplimentare, ele înșile foarte greu de definit.

Singurul lucru asupra căruia toți cercetătorii erau de acord rezulta dintr'o convingere intuitivă, aceia că «într'un corp dat există ceva constant», formulă care ne scoate în relief proprietatea caracteristică ce se atribuia mai înainte masei. Poate nici unui element nu i s'a acordat în vechea fizică un caracter mai pronunțat de invarianță. Pentru un corp dat masa era un număr fix, invariabil legat de corp și reprezentând ceva indestructibil; în plus ea era o caracteristică a corpului, bine definită când corpul era dat și deci independentă de existența sau neexistența altor corpuri în univers.

Intr'o ecuație de mecanică elementul masă este singurul element care o face să ție seamă de caracterul material al corpurilor între care are loc fenomenul. Toată complexitatea extraordinară a proprietăților materiei care intră în joc într'un fenomen dat, trebuie concentrată în acest număr; masa e astfel un coeficient rezumativ, sau după o expresie fericită ¹⁾ masa este «rezumatul cunoștințelor noastre [mecanice] despre materie».

Un fapt de experiență, proporționalitatea maselor cu greutatea, dădea mijlocul de a calcula masa și aducea astfel un sprijin puternic intuiției, care afirma existența reală a unui element așa de greu de definit fără ambiguitate.

De fapt toate cercetările ulterioare n'au confirmat convingerea intuitivă, de care e vorba mai înainte; ele au fost folositoare numai întrucât au ajutat să se studieze particularitățile problemei, și să se prepare terenul pentru acceptarea ideilor ce rezultă din studiul teoriei generale a relativității.

Azi, după această teorie, masa nu mai are caracteristica sa esențială: invariabilitatea.

Ea își schimbă valoarea ²⁾ după cantitatea de energie pe care o posedă corpul. Ea nu mai constituie un coeficient fundamental propriu unui corp dat, ci depinde, cum vom vedea îndată și de corpurile înconjurătoare.

Această noțiune pierde acum toate calitățile care o făceau utilă și necesară în vechea mecanică și în consecință nu mai poate servi, după cum a servit mai înainte, în studiul fenomenelor; ea rămâne totuși o noțiune utilă pentru aplicațiuni și interesantă din punct de vedere pur științific, mai ales prin contrastul ce-l oferă noile proprietăți paradoxale pe care i le-a descoperit teoria relativității, cu acelea pe care intuiția i le-a atribuit dela Newton încoace. Am încercat în conferința precedentă să arăt că masa nu e un invariant, ci că depinde de starea energetică a corpului; nu voi mai reveni asupra acestui lucru aci. În schimb voi insista asupra unei alte proprietăți paradoxale, întrevăzută altă dată de critica pătrunzătoare a lui Mach și

¹⁾ O. Onicescu, Revista Științifică Adamachi. Mai 1922.

²⁾ Vezi conferința precedentă.

care acum apare clar la lumina teoriei generale a relativității.

Am văzut că masa măsoară inerția corpului, adică rezistența pe care o opune corpul liber când vrem să-l împiedicăm de a-și urma drumul său natural pe geodezica respectivă. Această inerție a corpului, care se confundă cu gravitatea, are drept origină curbura spațiului: un corp liber se mișcă pe geodezicele universului. Dacă universul își schimbă curbura, geodezicele se schimbă, deci inerția și deci masa (care o măsoară) se schimbă. Masa unui corp depinde așa dar de curbura spațiului în care se mișcă.

La rândul ei această curbură e provocată de o distribuție oarecare de materie în univers, așa că în definitiv putem spune că:

masa unui corp nu este o cantitate fixă care să depindă numai de acel corp; ea atârnă de distribuția tuturor celorlalte corpuri în univers.

Iată o concluzie într'adevăr paradoxală; nu numai că masa nu e un invariant când corpul în chestiune absoarbe sau emite energie, dar masa nici nu e bine definită chiar când ne-am da cantitatea de energie pe care o posedă corpul considerat. Trebuie să ne dăm în plus și distribuția tuturor celorlalte mase din univers.

Ideea această, care în definitiv nu e decât ideie *relativității masei*, e una din cele mai subtile și mai splendide idei care se întâlnesc în acest domeniu de cercetări, bogat de altfel în surprize de soiul acesta.

* * *

Am vorbit mai sus despre «toate masele din univers». Iată astfel că se pune o chestiune nouă. Pentru prima oară apare aci nevoia de a privi universul în ansamblul lui. Chestiunea prezintă un interes deosebit. Cercetările privitoare la ea au dus pe Einstein la o concepție foarte curioasă a lumii noastre și rezultatele, interesante și noi, merită să fie amintite.

După cum am arătat, în conformitate cu spiritul fizicii moderne, legile teoriei relativității sunt exprimate prin ecuații diferențiale, definind fenomenul numai într'un domeniu infinit mic din jurul unui punct dat. Dacă vrem să

urmărim fenomenul într'un domeniu *finit* trebuie să adunăm acțiunile din fiecare punct, să facem adică cecace se cheamă o *integrare*.

Dar aci apare o dificultate: ca la orice integrare nu e suficient să ne dăm elementul diferențial, ci avem nevoie și de limite. Aceste condiții la limită nu sunt coprinse în ecuația diferențială, ci trebuie să le impunem noi după situația specială fiecărui caz. Cu alte cuvinte, dacă vrem să studiem mersul unui fenomen într'un spațiu dat de dimensiuni finite, avem nevoie să cunoaștem: 1) ecuația diferențială respectivă și 2) *mersul fenomenului pe frontiera domeniului considerat*.

De exemplu să presupunem că vrem să studiem universul în ansamblul lui cercetându-i structura provocată de o distribuție de materie dată și invariabilă în timp. Teoria generală a relativității ne dă ecuația diferențială; mai trebuie încă să cunoaștem condițiile la limită adică *structura universului la marginile lui spațiale adică la infinit*.

Iată o dificultate specifică acestui fel de probleme; suntem nevoiți să facem ipoteze, și încă ipoteze într'un domeniu în care știm *din experiență* că e foarte periculos să ne avântăm bazați numai pe intuiție sau pe generalizări superficiale.

Intr'adevăr o mulțime de asemenea ipoteze asupra celor ce se petrec «la infinit» s'au dovedit neconforme cu realitatea deși intuiția noastră le atribuia un mare grad de certitudine; postulatul lui Euclide, — care în definitiv nu e decât o afirmație asupra felului cum se comportă două drepte la infinit, — este un exemplu frapant al acestei stări de lucruri.

Așa dar trebuie să fim prudenți. Prima ipoteză care se prezintă spiritului e aceea că la infinit spațiul e euclidian; dar și această ipoteză, ca și toate celelalte care s'au făcut, nu e acceptabilă; toate conduc la contradicții. Așa de greu a fost să se găsească o ipoteză convenabilă încât unii au propus chiar să se renunțe la ideea de a mai căuta ipoteze absolut generale aplicabile la infinit. resemnându-se să privească această problemă ca inatacabilă cu armele pe care ni le poate pune la dispoziție știința de azi.

Felul în care Einstein a rezolvat problema poartă într'adevăr pecetea geniului său. Iată cam în ce constă soluția.

Cu toate eforturile făcute a fost imposibil să se găsească o ipoteză convenabilă. Acest fapt ne poate face să ne gândim că dificultatea întâlnită ar putea fi o dificultate organică; că problema ar putea fi de așa natură încât să fie o absurditate să mai căutăm care sunt condițiile realizate pe granițele domeniului considerat adică la infinit. În particular dificultatea de care e vorba aci ar dispărea dela sine dacă spațiul considerat *n'ar avea granițe*, dacă ar fi cu alte cuvinte nelimitat, căci atunci evident n'ar mai fi nevoie de condiții la limită, Dar nu astfel de spațiu fără limite, fără granițe este un *spațiu curb închis asupra lui însuși* întocmai după cum, de ex. o sferă este un spațiu 2 dimensiuni fără margini, nelimitat.

Iată deci cum suntem conduși să încercăm dacă nu cumvă dificultățile întâlnite pot fi înlăturate printr'o nouă ipoteză asupra construcției universului; și cum această nouă ipoteză ne impune un spațiu cu un aspect cu totul altul decât acela cu care eram obișnuiți până acum.

După această ipoteză *lumea noastră e nelimitată în spațiu; dar totuși ea nu e infinită*.

Dacă ființele imaginare cu 2 dimensiuni pe care le-am folosit în analogiile precedente s'ar mișca pe suprafața unei sfere ele și-ar putea da seama de faptul că lumea lor are o mărime finită, dar orcât ar merge ele nu s'ar izbi de vre-o frontieră. Acelaș lucru se petrece cu spațiul nostru; el formează un continuu *curb*, închis, deci ilimitat, și dacă am porni într'o anumită direcție am putea să revenim la punctul de plecare fără să fi întâlnit nici-o barieră în drum.

Un spațiu cu 3 dimensiuni închis asupra lui însuși e greu de imaginat; posibilitatea teoretică a existenței lui a fost însă pusă în evidență pentru prima oară tot de Riemann, care afirma pe vremea când nici nu se putea bănui ce importanță vor avea în fizică cercetările sale geometrice, — că :

«proprietatea spațiului de a nu avea limite posedă

deci o certitudine empirică mai mare decât aceia a oricărei alte date experimentale externe.

De aci însă nu urmează deloc că spațiul e infinit».

Această concepție a unui spațiu, închis deci curb, finit dar nelimitat, a fost utilizată de Einstein pentru a da o imagine a universului în ansamblul lui.

Pentru a preciza ideia lui Einstein, să ne reamintim că am admis că spațiul e curbat de către materie în jurul punctelor unde aceasta este aglomerată; *în afară de această curbura locală*, spațiul posedă o curbura de ansamblu, aceia despre care e vorba aci. O imagine care să ne concretizeze spațiul în ansamblul lui, ar fi spațiul cu 2 dimensiuni pe care-l constituie suprafața pământului. E finit și nelimitat; prezintă, în mic, o mulțime de munți și văi (care ar corespunde curburilor provocate în diverse puncte de aglomerările de materie), dar în mare are totuși forma aproximativă de elipsoid (și *această* formă este cea care ar corespunde curbării de ansamblu de care a fost vorba în rândurile de mai sus).

De îndată ce densitatea medie a materiei în spațiu este diferită de zero, -- și se pare că așa e în realitate spațiul capătă o curbura de ansamblu, devine finit și nelimitat.

E de observat că aci am vorbit tot timpul de spațiul propriu zis, de spațiul cu 3 dimensiuni, căci de la început am socotit punctele la infinit, în *spațiu*, nu în timp. Acest spațiu posedă o curbura generală, are o formă de ansamblu închisă.

Problema care ni se pune imediat după aceasta este aceea a găsirii formei de ansamblu *a universului*, adică a multiplicității spațiu-timp. Exprimată în alt mod problema revine în fond a căuta condiții la limită în ceea ce privește timpul, revine adică la pretențioasa încercare de a avea oarecare informații cât de vagi, asupra unui domeniu, a cărui natură nici n'o bănuim, dar căruia i-am dat totuși numele, sonor și neprecis, de: infinitul timpului.

Asupra acestui punct nu există încă acord. După Einstein universul este un fel de cilindru, curb în dimensiile sale spațiale dar rectiliniu în direcția axei timpului; după alți autori universul are altă formă. Soluția cea mai proba-

bilă nu e încă găsită. Pare însă bine stabilit caracterul de *continuu închis* al spațiului obișnuit. O mică modificare pe care Einstein a făcut-o ecuațiilor teoriei le pune de acord cu noua concepție și permite a calcula ceea ce s'ar putea numi raza lumii noastre (în cazul când am asemăna-o cu o sferă), care ar fi cam de 10^{13} ori distanța de la soare la pământ.

Evident Einstein nu-și întemeiază ipoteza aceasta pe motivele pe care le-am dat la început, — care de altfel ar putea da numai o îndrumare și nici de cum o motivare, — ci pe alte considerațiuni izvorâte din greutățile și contradicțiile teoriei lui Newton și asupra cărora nu vom insista aci.

De fapt dacă privim mai atent această trecere de la vechea concepție a Universului în ansamblul lui—la cea nouă, recunoaștem în ea un proces, cu care de mult ne-a familiarizat studiul ideilor generale ale fizicei moderne, și mai ales studiul teoriei relativității.

Avem aci, în fond, aceiași ideie ca aceia întâlnită la trecerea de la vechea concepție euclidiană a spațiului «plan», la aceia recentă de spațiu «curb», — adică de la spațiul ale cărui caracteristice într'un punct îl determină complet în orice altul, la spațiul ale cărui caracteristice îl determină numai în vecinătatea punctului considerat. Avem, cu alte cuvinte, aceiași idee fundamentală care a provocat trecerea de la fizica acțiunilor la distanță la fizica acțiunilor de contact,—sau de la geometria plană care admite postulatul lui Euclide, la geometria eliptică a lui Riemann.

De fapt această trecere e un pas înainte în evoluția normală a cunoștințelor noastre despre spațiu.

În această evoluție se pot distinge clar trei etape.

În prima intuiție afirma cu tărie că spațiul e euclidian. Postulatul lui Euclide era un adevăr necontestat și toți cercetătorii căutau să-i dea o demonstrație neatacabilă, convinși că o asemenea demonstrație se poate da.

În a doua etapă convingerea aceasta slăbește și încet, încet matematicienii trec la punctul de vedere opus: postulatul lui Euclide nu e de loc necesar; el poate fi înlocuit, din punct de vedere al logicei geometrice, cu orice altul, acesta putând servi tot așa de bine ca temelie a unei geo-

metrii coerente. Ceea ce a înșelat intuiția atâta timp, e faptul că în natură nu avem realizat de cât spațiul euclidian.

În sfârșit a treia etapă e caracterizată prin abandonarea acestei ultime convingeri; spațiul pe care-l cunoaștem nu e euclidian de cât în cazuri particulare. Structura lui poate fi oricare și geometriile, care altădată păreau simple speculațiuni teoretice, sunt de fapt acele care corespund astăzi cel mai bine realității.

* * *

Acest din urmă fel de a vedea, — adică acela care se conformează tendinței de a nu admite de cât acțiuni de contact,—tinde să devie general în Fizica de azi. Fără îndoială, considerațiunile de mai înainte au fost influențate de el. Și este sigur că dacă am cerceta în mod critic întreaga teorie a relativității, și am căuta să descoperim și să înlocuim toate raționamentele, ideile, ipotezele care n'ar fi în spiritul acesta,—am dobândi o teorie mai perfectă, o teorie care, în orice caz, ar avea mai multă coerență, mai multă unitate, și mai puține contradicții.

O asemenea cercetare critică a fost făcută de H. Weyl și rezultatul a fost surprinzător. Nu numai că teoria a câștigat mult ca unitate și ca armonie, dar ea și-a mărit extraordinar domeniul său, coprinzând într'o sinteză grandioasă atât fenomenele gravifice cât și pe cele electrice. Vom cerceta această nouă dezvoltare a teoriei, în cele ce urmează.

* * *

Cu excepția fenomenelor gravității, fenomenele fizice de natură cât de complexă, puteau fi reduse la fenomene elementare electrice, într'un mod mai mult sau mai puțin satisfăcător. Existau așa dar două categorii distincte de fenomene, care n'aveau nici o legătură aparentă între ele: fenomenele gravifice și cele electrice.

Cum am văzut, Einstein afirmă că origina tuturor schimbărilor pe care le numim fenomene de gravitație sau de mișcare, este curbura variată a universului. Weyl arată că acest univers are o structură ceva mai complicată de cât se presupunea, dar că tocmai această complicație ne îngăduie să privim și *fenomenele electromagnetice ca fiind*

«provocate» de variația structurii acestui univers. Toate fenomenele fizice pot fi considerate așa dar ca pricinuite de proprietățile metrice ale spațiului, de curbura sa; toată fizica se reduce astfel la studiul proprietăților geometrice ale universului, realizându-se astfel o sinteză de o amploare necunoscută până acum.

Ideea fundamentală a lui Weyl este extrem de elementară.

Am văzut că la baza întregului edificiu pe care l-a clădit Einstein, stă un principiu fundamental, acceptat fără restricție de toată lumea, principiul relativității: ecuațiile fenomenelor sunt invariante față de schimbarea sistemului de coordonate.

Dar pentru a putea scri ecuația unui fenomen (căderea unui corp greu de ex.) e nevoie să alegem: 1) un sistem de axe coordonate și 2) o unitate de măsură. Și atunci, dacă ecuațiilor fenomenului le impunem invarianță față cu schimbarea axelor de coordonate, de ce nu facem același lucru și în ceea ce privește unitatea de măsură?

Evident e o lacună. *Dacă admitem că există relativitate generală, atunci trebuie ca ecuațiile fenomenelor să fie invariante atât față de schimbarea axelor de coordonate cât și față de schimbarea unității de măsură.* Iată în simplitatea ei ideea fundamentală a lui Weyl.

Să cercetăm acum mai de aproape această chestiune a unității de măsură, dintr'un alt punct de vedere, care să ne învedereze caracterul ei analitic, punând-o în legătură cu tendințe de care am vorbit la sfârșitul paragrafului precedent, de a elimina orice «acțiune la distanță» din cercetările fizice.

Fie universul cu 4 dimensiuni. Pentru a efectua măsurători în el trebuie să ne hotărâm coordonatele și unitatea de măsură. Deoarece considerăm universul care are structura cea mai generală trebuie să definim în fiecare punct al lui o unitate de măsură (arbitrară), cu ajutorul căreia se vor face măsurătorile în imediata vecinătate a punctului considerat.

E esențial de observat că a nu defini în fiecare punct o unitate de măsură (arbitrară), a presupune de exemplu că ne dăm o singură unitate pentru tot universul, înseamnă

a face o restricție în ceea ce privește structura acestui univers.

Fie un observator în A, care și-a fixat în A unitatea lui de măsură, a construit-o dintr'o bară de metal, și a măsurat cu ea elementul

$$ds^2 = \sum g_{ik} dx_i dx_k$$

Să presupunem că vrea să măsoare pe ds^2 în alt punct B la o oarecare distanță, și că vrea să utilizeze *aceiași* unitate de măsură. Cel mai simplu mijloc e să transporte din A în B bara lui de metal. Aceasta în genere se va deforma; în B ea va avea o altă lungime pe care o va putea folosi ca unitate de lungime, fără ambiguitate. Dar se poate întâmpla ca transportând bara din A în B *pe două drumuri diferite. să obținem două valori finale în B diferite*; cunoscând unitatea în A nu mai putem ști care e unitatea în B.

În general deci, n'are sens să vorbim despre *aceiași* unitate de măsură în puncte diferite ale universului. Când A și B sunt la distanță finită și universul nu e supus nici unei restricțiuni, unitatea din A e absolut independentă de unitatea din B.

Cu alte cuvinte, în vechiul fel de a vedea, puteam compara fără ambiguitate două lungimi situate la o distanță oarecare în spațiu. Această posibilitate de comparație la distanță nu este, după Weyl, conformă cu spiritul unei geometrii infinitezimale care are la bază *aceiași* idee fundamentală ca și fizica acțiunilor de contact. Geometria corectă va fi *aceia* în care această comparație nu e riguros posibilă de cât între două puncte infinit vecine, adică geometria în care transportul unei lungimi între două puncte la distanță finită se face din aproape în aproape, printr'o serie de acțiuni «de contact».

Așa dar trebuie să presupunem că putem alege în fie ce punct unitatea de măsură sau, cum se mai zice, că putem «etalona» spațiul. Dacă în universul pe care-l studiem nu putem face acest lucru, structura lui nu e cea mai generală posibilă și el e supus în mod necesar unor restricțiuni. Le-

gea care restrânge astfel generalitatea structurii universului este o lege geometrică având o semnificație fizică.

În particular, să presupunem că în universul nostru avem peste tot aceeași unitate de măsură (cazul teoriei lui Einstein studiată până acum); legea restrictivă corespunzătoare tradusă fizicește ne spune că în universul considerat nu există nici un fenomen electromagnetic.

* * *

Să examinăm consecințele afirmațiilor de mai înainte. Din cauza etalonării o lungime l transportată de la un punct la altul va suferi o variație oarecare. Se demonstrează că această variație (pentru o deplasare infinitezimală) este dată de $l d\varphi$, în care

$$d\varphi = \varphi_1 dx_1 + \varphi_2 dx_2 + \varphi_3 dx_3 + \varphi_4 dx_4 = \sum \varphi_i dx_i$$

Va fi deci suficient, pentru a-i urmări efectele, să ne dăm valoarea vectorului φ_i în tot universul.

Să presupunem dat un univers de o structură oarecare; un observator din acest univers poate să-și fixeze în fiecare punct un sistem de coordonate și o unitate de măsură și să facă măsurători. Din aceste măsurători el va putea deduce structura spațiului determinând pe deoparte potențialele de gravitație g_{ik} din

$$ds^2 = \sum g_{ik} dx_i dx_k$$

și pe de alta potențialele φ_i din

$$d\varphi = \sum \varphi_i dx_i$$

Cu alte cuvinte structura universului nu e complet determinată, cum credea Riemann, numai de coeficienții g_{ik} ai formei $ds^2 = \sum g_{ik} dx_i dx_k$; ea depinde și de $d\varphi = \sum \varphi_i dx_i$.

Numai dacă ne dăm ambele forme ds^2 și $d\varphi$ caracterizăm pe deplin structura universului considerat, care în acest caz e mai complicată de cât structura universului einsteinian.

Odată ce am făcut această modificare esențială vom urma un drum exact paralel cu acel deschis de Einstein.

În teoria relativității definim structura universului

prin ds^2 și îi cercetăm geometria, calculându-i în special curbura (riemaniană).

Vom începe calculul definind universul prin ds^2 și $d\varphi$ și vom studia noua geometrie în acelaș mod, calculând de data aceasta și *curbura metrică* (Streckenkrümmung)

$f_{ik} = \frac{d\varphi_i}{dx_k} - \frac{d\varphi_k}{dx_i}$, element invariant care anulându-se arată că universul respectiv are structura universului din teoria generală a relativității.

Mai departe în teoria lui Einstein atribuim o semnificație fizică curburii spațiului. Aceasta dădea naștere câmpului de gravitație ale cărui componente se puteau deduce din g_{ik} . Elementele g_{ik} aveau o semnificație fizică.

În mod cu totul analog, vom atribui potențialelor φ_i ($i = 1, 2, 3, 4$) o semnificație fizică; ei vor da naștere unui câmp în jurul punctului considerat, ale cărui proprietăți caracteristice se vor putea exprima în formă invariantă cu ajutorul curburii metrice

$$f_{ik} = \frac{d\varphi_i}{dx_k} - \frac{d\varphi_k}{dx_i}$$

Și tot așa după cum anulară curburii în teoria lui Einstein caracteriza un spațiu fără gravitație, tot așa anulară curburii metrice f_{ik} va caracteriza un spațiu din care au dispărut fenomenele cărora le dă naștere φ_i și în care avem numai gravitație.

De ce natură vor fi aceste fenomene? În orice caz fenomene neconsiderate până acum în teoria lui Einstein. O ipoteză care se impune imediat este aceea că aceste fenomene sunt cele electromagnetice.

În primul rând ele nu intrau până acum în schema generală a teoriei lui Einstein. Apoi determinarea unui câmp electromagnetic necesită tocmai 4 cantități (3 pentru potențialul vector, una pentru potențialul scalar), care vor putea fi identificate cu cele 4 potențiale φ_i . Atunci, după formula

precedentă curbura $f_{ik} = \frac{d\varphi_i}{dx_k} - \frac{d\varphi_k}{dx_i}$ va putea fi identtfcată

cu câmpul electromagnetic; și aceasta cu atât mai mult cu cât știm că, pe deoparte, — fizicește vorbind, — pentru ca teoria lui Einstein să fie valabilă trebuie să nu existe câmp

electromagnetic în univers, — și că pe de altă parte, din punct de vedere geometric, pentru a dobândi un univers de structură einsteiniană e necesar și suficient să anulăm expresia curburii metrice, adică a aceluiaș câmp electromagnetic.

Suntem atunci îndreptățiți să tragem concluzia că *nu numai fenomenele de gravitație, dar și cele electromagnetice pot fi privite ca manifestări ale structurii universului în care au loc.*

Dacă continuăm cu dezvoltarea teoriei după modelul teoriei relativității găsim ca analog al ecuațiilor lui Einstein ecuațiile bine cunoscute ale lui Maxwell; iar ca corespondent al identităților care ne dădeau legile conservării energiei, găsim ca o consecință pur analitică, *legea conservării electricității.*

Faptul că o concluziune dedusă matematic își are confirmarea fizică determinată pe cale experimentală, e încă un argument în favoarea ipotezelor de mai sus.

Weyl a dezvoltat matematic această teorie, căutând să condenseze cât mai multe rezultate într'un principiu analog cu acel al lui Hamilton.

Cu atât mai importantă apare o asemenea preocupare, cu cât elementul care pare a avea o semnificație absolută în această teorie, nu mai e curbura (analogul curburii riemanniene), ci ceea ce se chiamă «acțiune», care e un *număr*, independent deci de orice sistem de referență. Această constatare scoate, pe deoparte, din nou în relief principiul fundamental al celei mai mici acțiuni și permite, pe de altă parte, unele speculațiuni cam riscate de altfel, asupra acestui număr în legătură cu teoria structurii discontinue a lumii, cu teoria quantelor.

În sfârșit era natural ca, o dată cu stabilirea pe noi baze a teoriei câmpului electromagnetic să se urmărească cheștiunea aplicând-o mișcării electronului și de aci să se încerce a ataca problema proprietăților electronilor într'un atom, adică problema materiei. Unele cercetări ale lui Weyl au fost îndreptate în această direcție; se pare însă că rezultatul lor ar consta până acum în formarea convingerii că problema materiei e imposibil de rezolvat numai cu aju-

torul teoriilor în care intervin exclusiv câmpuri, de orce natură ar fi ele.

În orice caz rezultatele pe care le-am amintit la început par astăzi bine stabilite; teoria lui Weyl completează admirabil teoria generală a relativității, dându-i caracterul pe care l-am semnalat la început, acela de teorie de sinteză.

* * *

Iată dar schițate în trăsături generale ideile fundamentale și principalele perfecționări ulterioare ale teoriei generale a relativității.

Dezvoltarea ei armonioasă, ideile noi și îndrăznețe, estetica construcțiunii logice au provocat, încă dela apariția ei în lumea științifică, entuziasm fără pereche la unii, — scepticism și neîncredere la alții. Când însă unele din prevederile lui Einstein au fost confirmate de observațiuni, entuziasmul a depășit limite pe care nu le mai atinsese de multă vreme.

Prin același mecanism prin care o putere capricioasă și absurdă face dintr'un om azi obscur, mâine o celebritate, teoria relativității a ieșit din lumea restrânsă a specialiștilor și a devenit pentru câțva timp obiectul de preocupare al întregii opinii publice. Ea a fost de atunci studiată, expusă, lămurită, tălmăcită «pe înțelesul tuturor», de tot felul de autori, pentru un public demn uneori de admirație pentru perseverența sa. Entuziasmul a crescut enorm, și cu rost și fără rost. Paralel însă s'a dezvoltat deasemeni, cu rost și fără rost, critica teoriei, adică atât critica științifică, obiectivă, cât și acel soi de critică personală mai rară în discuțiunile științifice care, discreditând opera, țintește să reducă meritul și să distrugă faima autorului.

Studiul complet al fenomenelor provocate de apariția scrierilor lui Einstein se va prezenta desigur cercetătorilor viitori sub un aspect extraordinar de interesant.

Dar, lăsând la o parte această latură a chestiunii, să cercetăm și câteva din principalele critici «științifice» aduse teoriei, pentru ca darea de seamă pe care am făcut-o până aci să fie cât mai completă.

Nimic nu e mai util pentru a preciza o teorie nouă, pentru a delimita domeniul în care ea e valabilă, decât

aceste critici care fôrmează oarecum fondul pe care ies mult mai bine în relief, toate amănuntele ei caracteristice. Adeseaori cercetarea criticilor contemporane cu apariția unei noi teorii e chiar foarte utilă pentru descoperiri ulterioare. Intr'adevăr o asemenea descoperire corectează în genere un defect al teoriei, și aceste defecte apar mult mai clar la început, când contrastul între vechiul fel de a vedea și cel nou impus de teorie e mai mare, decât mai târziu când aceasta a fost acceptată pe deplin.

Așa de exemplu legea lui Newton a fost acceptată și întrebuințată atâta timp, fără să se mai preocupe nimeni de defectul ei fundamental acela de a postula existența acțiunilor la distanță; în scrierile contemporane și imediat următoare apariției acestei legi însă, defectul acesta este scos foarte mult în evidență și teoria socotită din cauza lui inacceptabilă.

Criticile aduse teoriei relativității se pot împărți în mai multe categorii distincte.

Intr'o primă categorie am putea clasa pe acei savanți care *nu pot*, sunt în imposibilitate organică, — am putea zice, — să accepte ideile fundamentale ale teoriei relativității. Fără nici o motivare riguroasă ei refuză să primească postulatele ei. Așa, de exemplu, pentru ei afirmația că timpul și simultaneitatea sunt absolute, are un caracter de evidență așa de mare, încât nici nu mai poate fi pusă în discuție; în consecință teoria relativității care tocmai pune în discuție aceste lucruri pornește pe o cale **greșită**.

Dar, din nenorocire, această teorie a relativității, deși prost pornită, tot a ajuns la rezultate noi și interpretări interesante, rezultate pe care le admit și savanții citați. De aci străduința acestora de a regăsi rezultatele amintite, fără a folosi însă teoria lui Einstein, fără a introduce niciun postulat nou. Așa au apărut o serie de încercări, neîncondate de succes de altfel, — de a găsi, cu orice preț, contraziceri în teoria relativității și de a dobândi totuși rezultatele ei, utilizând numai mijloacele pe care ni le oferă știința clasică. Cel mai reprezentativ dintre acești savanți ar fi elvețianul E. Guillaume; reuniunea dela Collège de France din Martie 1922 în care se discutau obiecțiunile

aduse teoriei relativității, a consacrat definitiv insuccesul încercării sale.

În definitiv acest insucces are drept cauză incapacitatea relativă a autorilor de a alege ipotezele și de a construi o teorie nouă, fără nici o contrazicere logică. O a doua categorie de critici se distinge de cea dintâi tocmai printr'o mai mare îndemânare în această privință.

Cu aceiași atitudine față de afirmațiile teoriei relativității, cași cei de mai sus, ei caută, să regăsească rezultatele ei, pe altă cale.

Cel mai însemnat dintre acești critici pare a fi savantul Lenard, din Heidelberg, care a construit o teorie foarte logică, dar care păcătuiește, — după părerea relativiștilor, — prin adoptarea unor ipoteze inițiale stranie.

Anume, am văzut că, dacă eterul există el trebuie să fie în repaos absolut; experiența ne dovedește însă că acest lucru nu e conform cu realitatea. Lenard face ipoteza curioasă că eterul există și că e în acelaș timp și în repaos și antrenat de un corp care se mișcă, tocmai în așa mod încât să poată explica rezultatele dobândite prin teoria relativității. În orice caz, punctul de plecare poate fi greșit: teoria însă prezintă mai multă seriozitate.

În aceiași categorie putem așeza pe Sagnac, dela Paris, autor al unor încercări teoretice și al primei tentative de a contrazice experimental teoria relativității.

De fapt, experiența lui se explică foarte bine cu ajutorul teoriei lui Einstein; eroarea provenea din faptul că autorul aplica raționamentele relativității restrânse într'un caz în care intervin mișcări accelerate.

Cele amintite mai sus nu sunt propriu zis critici, și încă mai puțin critici științifice. În stadiul actual nu se poate aduce nici o obiecțiune serioasă construcțiunei teoriei relativității, după cum a arătat-o clar reuniunea dela Collège de France, convocată tocmai în scopul discuțiilor în contradictoriu cu autorul ei.

Ceeace se poate ataca sunt ipotezele și postulatele care sunt la baza ei și tocmai acest lucru îl fac autorii de care am pomenit mai sus. Dar în genere, motivele pentru a adopta o ipoteză sau a respinge un postulat sunt dobândite numai după o serie întreagă de experiențe, de încer-

cări și de observațiuni; am văzut cât timp a trebuit savanților pentru a aduna motive suficiente care să-i îngăduie lui Einstein să abandoneze vechea concepție a timpului și spațiului absolut. Putem deci bănuî, — și lucrul se confirmă cu prisosință, — că motivele învocate de autorii citați pentru a respinge teoria lui Einstein, nu au mare valoare.

Ceeace îi face să ia această atitudine nu sunt asemenea motive, ci mai degrabă o convingere intuitivă, nejustificabilă, rezultatul unui proces psihologic, care ia naștere din cauza fundamentalei nepotriviri a concepțiilor noi cu întreg felul lor de a vedea. Motivele acestea nu sunt însă natural destul de puternice ca să conteze într'o critică științifică obiectivă.

Cu totul altfel se prezintă lucrurile cu a treia categorie de autori care atacă problema în chip mai științific. Ei caută să probeze că rezultatele lui Einstein, — și în special concluziile pe baza cărora se pot institui experiențe de verificare, — coprind prea mult arbitrar, adică s'ar putea să nu fie singurele la care ar fi putut ajunge Einstein pornind pe calea pe care a pornit.

Cu alte cuvinte teoria relativității pornește pe un drum, care la un moment dat dă într'o răspântie de unde pleacă mai multe căi. Einstein a pornit înainte pe una din acestea, pe cea care se prezenta întâi și care era mai ușor de urmat; mergând înainte el a ajuns la anumite rezultate. Dar tot așa de bine el putea porni pe o altă cale și atunci ar fi ajuns la rezultate cu totul opuse. Care din aceste două feluri de rezultate se apropie mai mult de realitate?

Cel mai reprezentativ dintre acești critici, Painlevé, într'o notă celebră pe vremea când a fost prezentată Academiei de Științe din Paris¹⁾, a afirmat între altele că expresiunea dată de Einstein pentru ds^2 nu este singura care se poate construi așa ca să satisfacă condițiilor impuse. Există din punct de vedere matematic o infinitate de alți ds^2 , pe care suntem tot atât de îndreptățiți să-i privim ca reprezentând structura universului în care ne aflăm. Deci concluziile pe care le trage Einstein din forma particulară a formulei sale nu mai au nici-o valoare, de vreme ce această

¹⁾ Comptes rendus de l'Ac. des Sciences 24 Oct. 1922.

formă particulară e arbitrară până la un anumit punct și de vreme ce acele concluziuni variază cu ea.

Tot în această ordine de idei am putea aminti observațiunile D-lui profesor Tr. Lalescu făcute într'o comunicare la Societatea de Științe din București ¹⁾. După Hertz, care caută să elimine conceputul de forță, ceea ce înglobăm sub acest nume este manifestarea unei legături a corpului cu o serie de mase vizibile și de mase ascunse, posedând mișcări observabile și ascunse.

În definitiv dacă presupunem pentru simplificare că nu există mase și mișcări observabile, Hertz înlocuește forța, prin acțiunea maselor ascunse și a mișcărilor ascunse.

Dar, fără a merge chiar așa departe, Einstein face în teoria sa, cam același lucru. Să ne reamintim într'adevăr principiul echivalenței care spune că *efectul forței de gravitație este identic cu acel al unei mișcări accelerate imprimate sistemului*. După D-l Lalescu, dacă admitem ideile lui Hertz, principiul echivalenței apare numai ca o primă aproximație, ca ipoteza cea mai simplă dar care poate nu corespunde cu realitatea:

Einstein echivalează într'adevăr o forță cu o mișcare ascunsă, dar el nu ține seama de acțiunea maselor ascunse. Drumul urmat de Einstein e cel mai simplu, dar s'ar putea să nu fie cel mai conform cu natura lucrurilor.

În aceiași ordine generală de idei am putea aminti aici de încercarea D-lui O. Onicescu dela Facultatea de Științe din București, de a demonstra, că un anumit tensor, — folosit de Einstein pentru că are în mod exclusiv anumite proprietăți caracteristice, — nu este singurul care se bucură de aceste proprietăți.

Evident, afirmația particulară a lui Painlevé poate fi contestată, după cum a și fost. Einstein însuși, la Paris, a răspuns unei serii de obiecțiunii care se aduceau teoriei sale; nu e vorba aici de posibilități matematice, ci de o problemă fizică care are o soluție bine determinată: pentru Einstein există o singură formulă de gravitație nu mai multe. Iar, în ceea ce privește ideile D-lui Lalescu, s'ar

¹⁾ Ideile lui Hertz în legătura cu teoria lui Einstein. Marți 22 Noembrie 1921.

putea ridica obiecțiuni, în primul rând chiar în contra felului de a vedea al lui Hertz, sau s'ar putea aduce în sprijinul principiului echivalenței experiențelor extrem de precise ale lui Eötvös.

Dar lucrul n'are importanță fundamentală. Ceeace rămâne în orice caz din aceste obiecțiuni, fie că ele sunt îndreptățite fie că nu sunt, este însăși semnificația atitudinii pe care a luat-o această categorie de critici față de teoria lui Einstein. Anume, opinia că domeniile învecinate cu această teorie nu sunt încă cercetate, fundațiile pe care e clădită teoria nu sunt încă bine studiate și e încă temerar să formulăm o judecată definitivă asupra ei. Concluzia logică este că toate domeniile noi, descoperite de geniul lui Einstein și înrudite de aproape sau de departe cu teoria relativității, trebuiesc cercetate, studiate complet pentru ca, lămurind astfel toate legăturile pe care le are teoria cu diversele discipline ale științei să o putem situa mai bine între acestea, în locul cel mai adecuat.

E mult adevăr în observațiunea, — care se datorește îmi pare D-lui E. Borel, — că o judecată, obiectivă, justă și sigură asupra teoriei relativității, nu vom putea avea decât atunci când știința va fi mai înaintată decât este azi, — poate de azi în zece ani. —

* * *

Iată deci cum se prezintă actualmente construcția teoretică. formidabilă ca proporții și admirabilă ca frumusețe, a teoriei generale a relativității. Am căutat să lămurim rând pe rând câteva din ideile ei fundamentale. Am căutat să punem în evidență pe cât am putut puternicul instrument de analiză pe care ni-l oferă aceste idei noi. Am văzut câte probleme pun, și câte rezolvă ele; suntem departe de a le fi enumerat pe toate, și nici nu putem ști la care alte probleme sau în ce alte domenii ele se vor aplica în viitor.

Chiar acum însă, pentru istoriograful științific și pentru savantul, care-și dă osteneala să cugete asupra mersului înainte al științei, apariția teoriilor lui Einstein pune o serie de probleme foarte interesante.

Așa e de pildă problema rolului preponderent, pe

care-l joacă facultatea de intuiție în anumit stadiu al cercetărilor științifice, nu numai în ceea ce privește descoperirea de noi raporturi între fenomene, dar și ca *factor determinant al atitudinii pe care o adoptă cercetătorul față de aceste fenomene*.

Iată de exemplu teoria lui Einstein. Ea este în definitiv o descriere a mecanismului după care au loc anumite fenomene naturale; ne dăm bine seama deci, că în acest caz *are sens* să vorbim despre o părere «obiectivă», a unui om de știință, acupra acestui mecanism. Fiecare din oamenii de știință care studiază teoria relativității are o asemenea părere, un fel de a vedea diferit dela unul la altul. Dacă cercetăm însă lucrurile mai de aproape ne dăm seama că acest fel de a vedea pare a nu fi determinat numai de elemente obiective. În formarea acestei păreri joacă un rol determinant un element de natură pur subiectivă, ceea ce am numit mai sus destul de impropriu intuiție, care în genere n'are nimic a face cu fenomenele considerate, ci depinde de educația științifică, de experiența personală și de talentul sau geniul cercetătorului.

Așa unii din ei vor accepta teoria relativității căci felul de a vedea al lui Einstein se va potrivi bine în cadrul gândirii lor. Entuziasmați de splendida armonie a teoriei ei vor vedea în ea

«câteva acorduri din acea armonie a sferelor pe care au visat-o altă dată Pitagora și Kepler». ¹⁾

Din contră, altora intuiția le va spune că Einstein a apucat pe o cale greșită; ei nu vor accepta teoria, deși nu vor putea invoca în sprijinul atitudinii lor nici un motiv motiv de ordin logic sau experimental.

Convingerea lor e o convingere de natură intuitivă.

Exemplul cel mai caracteristic în această privință îl prezintă însuși D-l Painlevé. Stăpân pe partea matematică a teoriei, — singura parte care îngreunează nematematicienilor critica ei, — el a cercetat-e întreagă, căutând să găsească o contradicție, un punct slab în acest edificiu logic, și n'a avut nici un succes.

Teoria relativității se prezintă, după însăși expresiunea

¹⁾ H. Weyl Ramm. Zeit, Materie, I. Springer. — Sfârșit.

sa, ca un bloc de granit, întreg. fără nici o crăpătură, inatacabil. Și totuși... D-l Painlevé e în imposibilitate de a admite în ansamblul ei această teorie. Urmând comparația de mai sus, unii au zis că pentru D-sa, teoria relativității este într'adevăr un cub de granit puternic, inatacabil, dar care în loc să stea solid pe una din baze este așezat numai pe unul din vârfurile sale.

Negreșit că această stare de lucruri, care apare la fiecare descoperire mai însemnată, își are cauza în faptul că nu posedăm încă suficiente date experimentale, că nu cunoaștem bine anumite fapte, și că n'am studiat încă în de ajuns legăturile între terenul cunoscut al științei clasice, și noile domenii descoperite de curând. Cât timp lucrurile vor sta așa, intuiția își va păstra rolul ei în determinarea felului nostru de a vedea, căci o judecată obiectivă are nevoie să se sprijine pe o mulțime de date pe care trebuie să le cunoaștem și intuiția este tocmai facultatea care ne îngăduie să suplinim lipsa lor.

E absolută nevoie deci să se realizeze dezideratul de care vorbeam mai sus, acela de a studia cât mai aprofundat teoria relativității în legătură cu celelalte discipline ale științei. Prin natura lui lucrul acesta cere însă timp. În fiecare zi ies la iveală rezultate noi de amănunt, sau uneori de o importanță mai mare, care toate contribuie să clarifice problema.

Experimental cercetările se urmează asupra vibrațiilor atomilor în corpurile cerești, pentru a verifica o prezicere al lui Einstein; uneori, ca anul acesta, se prezintă ocazia unor observații astronomice utile pentru a controla rezultatele anunțate.

Din punct de vedere teoretic cercetările sunt și mai numeroase, îmbrățișând toate capitolele teoriei relativității. Autorii lor sunt în majoritate matematicieni care studiază în ele însele teoriile matematice folosite de Einstein, aprofundându-le și generalizându-le; se studiază și se generalizează de ex. spațiul: se vorbește acum nu numai despre spațiu curb, dar și despre spațiu *cu torsione*. Se pun în evidență simplificările la care a recurs Einstein sau Weyl și gradul de generalitate al ecuațiilor lor, etc. etc. Într'un

cuvânt, pe cărarea pe care a deschis-o Einstein cel dintâi, urmează o întreagă echipă de cercetători, care curăță locul, îl nivelează, studiază împrejurimile și încet, încet înlocuiesc cărarea spinoasă și îngustă cu o șosea largă, frumoasă și comodă.

Teoria lui Einstein se perfecționează și se completează în fiecare zi; și în oarecare măsură interesul pe care-l provoacă această teorie se datorește și faptului că, în anume părți ale sale, ea este «știință care se face» acum, care nu s'a cristalizat încă în formule mai mult sau mai puțin definitive.

La fiecare cotitură a drumului apar priveliști noi, rezultate interesante; ceeace cunoaștem prea puțin astăzi, se precizează mâine printr'o nouă descoperire sau chiar se schimbă cu totul.

Activitatea aceasta de descoperiri, de teorii parțiale și ipoteze antagoniste, care zilnic apar ca să se confirme sau să se contrazică, până când din lupta lor iese la iveală adevărul căutat; străduința aceasta de a despica întunericul care învăluie anumite secrete ale naturii și satisfacția de a vedea, întâi abia pâlpâind, o flacără care crește mereu până ce ajunge să lumineze totul împrejur; efortul eroic pe care-l depun neîntrerupt talente și genii, — formează un spectacol unic, de o măreție neîntrecută și care procură entuziaștilor emoții, comparabile cu acelea provocate de oricare operă de artă adevărată. E în definitiv spectacolul, de o splendoare antică, legendară, al goanei după adevăr, al însuși progresului umanității.

Am căutat în cele precedente să vă prezint teoria relativității, ca una care a oferit, și oferă încă, mai mult decât oricare alta, priveliștea aceasta rară; deși n'o puteam face decât stângaciu și imperfect m'am încumetat totuși să semnaliez atenției Dv. aceste preocupări, convins că nu există nimic mai frumos, mai plăcut și mai demn de atenție, decât urmărirea pas cu pas a acestei lupte fără răgaz, a acestor eforturi tenace pentru a smulge una câte una, cu multă trudă tainele naturii.

Și acum ajuns, cu bunăvoința Dv. la sfârșitul acestei prea lungi conferințe, în care am pomenit de atâtea ori numele lui Einstein, să-mi dați voie să-l mai citez încă o

ultimă dată, să-mi însușesc cuvintele lui, și, — ca o mulțumire pentru atenția ce mi-ați acordat astăseară, — să le tălmăcesc, aplicându-le Dv.

Vreau anume să amintesc de o prefață prin care Einstein prezintă publicului o lucrare a unui autor german asupra teoriilor sale.

Având ceva din farmecul pe care-l întâlnim numai în unele scrieri ale Evului Mediu, sfârșitul acestei prefațe. — pasagiul la care vreau să mă refer, — sună cam așa:

«Fie ca această cărticică să aducă cititorului mai multă bucurie!»



Inlocuirea parțială a coksului în cuptoarele înalte ¹⁾

DAN PERIȚEANU

Inginer

Cu toții cunoaștem importanța de care industria metalurgică se bucură în străinătate, cu toții cunoaștem im-
pasul în care se găsește această industrie la noi în țară
și cred că sunt de un perfect acord cu D-voastră dacă
afirm aci necesitatea pentru țara noastră de a-și creea sau
de a-și completa această industrie ce trebuie să fie națională.

Cu toate dificultățile cu cari se sbate industria noastră
metalurgică, totuși necesități de ordin superior ne comandă
să dăm o atențiune cu totul deosebită acestei industrii, cu
prețul chiar a mari sacrificii din parte-ne.

Fără a mai vorbi de apărarea națională și de atâtea
industrii mecanice *și dacă ne-am gândi numai la con-
strucțiunea la noi în țară a materialului necesar indusrici
petrolifere*, industriei de cel mai mare viitor și de care
depinde într'o largă măsură refacerea noastră economică,
de sigur că ne-am interesa mai mult de această industrie
atât de scumpă nouă metalurgiștilor.

Cu toate încercările făcute, la «Société de la Néo-Mé-
tallurgie et du giffre» (Franța) pentru a fabrica pe cale
electrică ferul în mod direct din minereu și cu toate că
prin procedeul Basset, procedeu experimentat însă nepus

¹⁾ Conferință ținută la Societatea Politehnică, în ziua de 12 Mai a. c.

încă la punct, de către «Société Ougrée Marilhay» (Belgia) prin care se caută obținerea directă a oțelului plecând dela minereu, până astăzi și probabil încă mult timp de aci înainte tot fonta va servi ca punte de trecere între minereu pe deoparte și fer sau oțel de altă parte. Astfel, orice chestiune relativ la cuptorul înalt rămâne arzătoare la ordinea zilei și interesează întreaga metalurgie.

Domnilor, printre dificultățile metalurgiei noastre, una din cele mai însemnate aș putea adăuga, este desigur și lipsa unui coks așa numit metalurgic. Acest coks, obținut și el prin distilarea cărbunilor de piatră, trebuie pe lângă o anumită compoziție chimică și putere calorifică, să satisfacă și unei proprietăți fizice, *rezistența la compresie*, fără de care încărcătura strivindu-se sub greutatea ei în cuptorul înalt, ar împiedica trecerea gazelor reductoare, oprind astfel funcționarea aparatului prin așa numitul fenomen de «accrochage».

Și fiindcă veni vorba de combustibil metalurgic, ți-u să remarc că această materie primă este cu mult mai importantă de cât minereul, și aceasta tocmai din cauza deosebirei de prețuri între ele. De altfel importul minereului n'a influențat în rău dezvoltarea industriei metalurgice germane, căci Germania poseda în cantități considerabile cealaltă materie primă de mai mare valoare, care este coksul metalurgic.

Neîndestularea în coks metalurgic mă făcea să privesc cu scepticism posibilitatea de a avea o industrie siderurgică națională, bazată pe materii prime indigene. Întâmplarea făcu însă că, în iarna aceasta având nevoie să consult ceva la «Bibliothèque Nationale» din Paris, să dau peste niște experiențe făcute de doi ingineri francezi, D-nii Charpy și Godchet, asupra cărbunilor din Sarre. Acești cărbuni prezintă analogii cu cărbuni noștri și în particular nu au o rezistență la compresie suficientă spre a putea fi întrebuințați cu folos în cuptorul înalt. Experiențele de care e vorba tratau tocmai despre posibilitatea măririi acestei rezistențe, autorii arătând rezultatele frumoase la care s'a ajuns.

Adoptându-se cărbunilor dela noi din țară, după

experiențe migăloase de laborator, s'ar putea ajunge la rezultate interesante și pentru cărbunii din România.

D-l profesor Mrazek, căruia am avut onoarea a-i vorbi ceva mai în detaliu, a îmbrățișat cu multă căldură această chestiune și mi-a promis chiar sprijinul D-sale. Sunt încântat că ocaziunea s'a prezentat să-i exprim mulțumirile mele.

În urma experiențelor de natura aceasta s'ar putea transforma și pune în valoare o parte din cărbunii noștrii buni, însă nemetalurgici. Ameliorarea cărbunilor în vederea transformării lor în coks metalurgic este o poartă către soluționarea deficitului nostru. Am auzit în ultimul moment că la Lupeni s'ar face încercări în acest sens.

O altă idee care urmărește acelaș scop, și aci intru în subiectul conferinței mele, este în legătură cu posibilitatea înlocuirii în parte a coksului metalurgic întrebuintat în cuptorul înalt printr'un combustibil național.

Dar înainte de a vă arăta această posibilitate dați-mi voe să vă împrăpătez anumite cunoștinți necesare demonstrației și să vă descriu pe scurt fenomenele ce au loc în cuptorul înalt.

Poziția și rolul diferitelor părți ale cuptorului înalt.

Din acest punct de vedere, cuptorul înalt se poate împărți în 5 etaje, cari își au caracteristicile lor. Plecând de sus în jos, avem în ordine :

1. *Etajul de preparare sau de calcinare a materiilor.*

În acest etaj care pornește de la «gueulard» până pe la mijlocul cuvei, *încălzește, usucă și deshidratează* materiile introduse pe sus.

2. *Etajul* acesta are ca rol: *disocierea carbonaților și reducerea minereului prin CO*. El se întinde până la «ventre», unde diametrul este maxim.

3. *Etajul* acesta se găsește la partea superioară a etalage-lor și care ca funcțiune: *completa disociare a carbonaților, reducerea oxizilor devine preponderentă, carburarea Fe, punerea în libertate a metalelor și metaloizilor.*

4. În partea de jos a etalage-lor este *etajul de fuziune.*

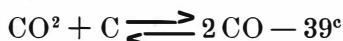
5. În creuzet etajul de separare după densitate, adică

liquatiunea. La suprafață plutește *laitier-ul*, ce se evacuează printr'o singură gaură în mod continuu, vine apoi *fonta*, ce se evacuează la intervale de câte-va ore, și apoi *plumbul argenter*, dacă este, ce se așează în fundul creuzetului.

Caracteristicile mersului cuptorului înalt.

Ceace caracterizează mersul cuptorului înalt este existența a două curenți: *unul gazos*, de jos în sus și *altul solid* de sus în jos.

Pentru a ușura explicațiunea reacțiunilor foarte complexe ce au loc în cuptorul înalt e necesar a cunoaște cum se comportă în raport cu temperatura, reacțiunea reversibilă:



Din legile fizico-matematice, rezultă în rezumat că:

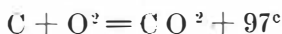
- | Intre 0° și 400° nu se poate găsi de cât CO^2
- | Intre 400° și 1000° avem și CO și CO^2
- | Peste 1000° avem numai CO

Rezultă deci o creștere cu temperatura a lui CO în raport cu amestecul $\text{CO} - \text{CO}^2$, și invers.

Curentul gazos

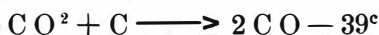
Iși are origina din aerul suflat la nivelul superior al creuzetului, sub o presiune, ce variază în Europa între 10—50 cm Hg. și ajunge până la $1,5 \text{ k/cm}^2$, în America cu un foc repede. Temperatura lui variază între 700° — 1000° , având de scop o recuperare de energie a gazelor ce scapă și mai mult chiar o economie. Iuțea aerului la intrare e de 100 m/sec, ea descrește în curentul gazos ascensional până la $\frac{1}{2}$ m/sec. Aerul ce intră are o masă de 4—5 ori mai mare ca a fontei produse și este destinat combustiei carbonului necesar.

La început O fiind în exces, avem la intrare:

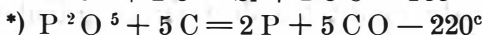


Însă temperatura fiind foarte mare, 1700° — 2000° , (teo-

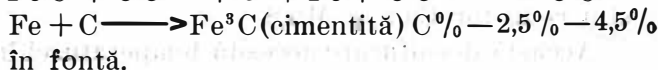
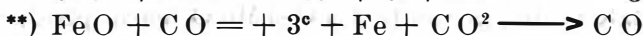
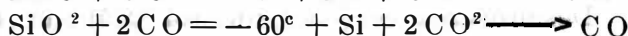
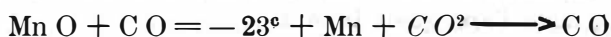
reticește temperatura ar fi 2440° însă ea scade prin disocierea lui H^2O și CO^2) — nu putem avea CO^2 , ci numai CO . Atunci rezultă — reacția:



Cantitatea de CO crește prin reducerea cu C a oxizilor de Mn , Si , P și Fe după reacțiunile:



De fapt, tot aci avem și următoarele reduceri prin CO .



Formarea laitier-ilor se face astfel:

SiO^2 Se unește cu FeO , MnO pentru a da:

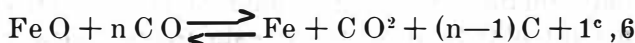
SiO^3Fe fuzibilitate 1100

SiO^3Mn » 1150

SiO^4Fe » 1270

Această scorie conține deci bună parte din fer, și majoritatea Mn . Apoi bazele teroase MgO , CaO , Al^2O^3 înlocuiesc *progresiv* Fe și Mn din scorie și o transformă în laitier. Fe se deplasează mai ușor, iar Mn mai greu, ceace face că în laitier mai rămâne o parte din aceasta.

Mergând mai sus, pela 1000° avem reacția reversibilă.



După principiul lui Van't Hoff, când e degajare de căldură echilibrul se deplasează în sensul unei scăderi de

*) Această reacțiune are loc după formarea laitier-ului, căci pentru eliberarea lui P^2O^5 , din fosfatul teros e nevoie de SiO^2 , care dă un silicat, adică un laitier, fosf. teros + $SiO^2 = \text{silicat teros} + P^2O^5 - 44^\circ$.

**) Această reacție merge până la 600°.

temperatură. Deci, cu cât ne suim în sus, temperatura descrește și reacția are loc în sensul:



Către «gueulard» avem fenomenul de transferare a C, după reacția:



Această reacție, favorizată de acțiunea catalitică a minereului, mărește cantitatea de C O^2 la gueulard și eliberează C, căruia mulți autori îi acordă un rol însemnat în reducerea minereului.

În cuvă se operează reducerea lui Fe^2O^3 și Fe^3O^4 în Fe O, care l'am găsit în etalage.

Desulfurarea, ce joacă un rol atât de important e facilitată de prezența Ca O și Mn O, care produc într'un mediu reductor Ca S și Mn S.

Această desulfurare necesită temperaturii înalte pentru ca să se producă cât mai complet.

Curentul solid

El descinde materiile constitutive ale *patului de fuziune* ce se încarcă pe sus în straturi succesive, coprinzând: *minereul, coksul și fondantul*. Din cauza diferenței densităților și spre a evita încurbarea straturilor în formă de pâlnie, se încarcă minereul către extremitați și coksul către centru. Acest lucru este posibil căci talazul de descindere al materiilor este mobil.

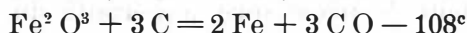
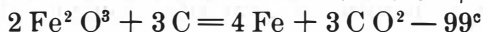
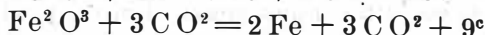
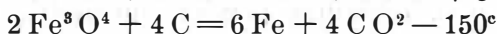
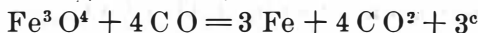
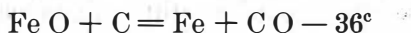
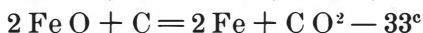
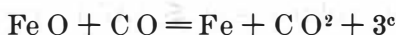
Reacțiunile care au loc le-am descris la curentul gazos; îmi rămâne să adaug numai că contrar cu celălalt curent, aci iuțeala de descindere este foarte mică aproximativ 1 m oră.

Despre dublul rol, de reducător și calorific, al cărbunelui în cuptorul înalt

Când se citește un bilan calorific se vede că o parte din coksul metalurgic este întrebuințat să furnizeze căl-

dura necesară elaborării fontei și altă parte are rolul de reductor. — Dacă se consideră tabloul reducerii teoretice a oxizilor de fer, se constată din nou că proporția dintre cărbunele întrebuințat pentru a reduce 1 kgr. Fe variază între $\frac{3}{28}$ kgr. și $\frac{9}{28}$ kgr. Pe dealtă parte se știe că în genere pentru a fabrica 1 kgr. Fe trebuie circa 1 k. C. Rezultă deci că cele $\frac{19}{28}$ kgr.— $\frac{25}{28}$ kgr. C sunt întrebuințate numai să furnizeze căldură. Această căldură e necesară nu numai la reducerea oxizilor de Fe, Mn, Si, P, cari dau reacțiuni endotermice, dar ea mai servește și la altceva, așa după cum vom vedea într'un bilan termic.

Tablou de reducerea oxizilor de fer.



Despre posibilitatea înlocuirii în parte a coksului metalurgic printr'o energie oarecare calorifică

În principiu, nimic nu se opune acestei înlocuiri, în anumite limite pe cari voesc să le determin. Fie: C_f , cantitatea de carbon ce intră într'un kg. de fontă, C_r , cantitatea de carbon, din coks introdusă pe sus, calculată spre a reduce oxizii de Fe, Mn, Si, $\text{P}^2 \text{ O}^5$, etc. necesari unui kg. de fontă și C_a , cantitatea de carbon întrebuințat, ca diferență până la cantitatea totală de C necesară la elaborarea 1 kgr. de fontă, la încălzit. Tot C_a ar mai putea reprezenta echivalentul în carbon al unei alte energii întrebuințată cu rol termic. C_f , C_r , C_a sunt exprimați în kg.

Atunci cantitatea totală C_t necesară fabricației unui kg. fontă va fi:

$$C_t = C_f + C_r + C_a$$

Dacă cuptorul înalt ar funcționa cu o cantitate de carbon strict necesară $C_f + C_r$ și cu o energie calorifică echivalentă cu C_d , atunci C_d ar reprezenta cantitatea de carbon ce se poate înlocui și pentru o mai bună comparație s'ar lua unul din rapoartele:

$$\frac{C_d}{C_t} \text{ sau } \frac{C_f + C_r}{C_d}$$

Această limită C_d de posibilitate a înlocuirii coksului printr'o altă energie calorifică, este însă scăzută de o condiție restrictivă. E vorba de condiția lui *Gruner*, în ceea ce privește gazele ce es prin gueulard:

$$\frac{CO_2}{CO} \leq 1 \text{ în volume sau } \leq 1,57 \text{ în greutate.}$$

Această condiție, rezultă din aplicarea principiilor fizico-matematice amestecului $CO - CO_2$; ea vrea să zică că, chiar cu o combustione perfectă, proporția lui CO din amestecul $CO - CO_2$ nu poate fi redusă la 0.

Această condiție micșorează limita posibilă de înlocuire a coksului metalurgic prin altă energie calorifică, însă ea este suficient de mare spre a permite un rezultat interesant. Atunci C_d se descompune în C_g , reprezentând carbonul necesar condiției *Gruner* și C_x , reprezentând echivalentul în carbon al energiei de înlocuire.

Avem atunci

$$C_d = C_g + C_x$$

Ceeace este interesant, este raportul: $\frac{C_x}{C_t}$ ce măsoară în definitiv înlocuirea posibilă. Acest raport este de ordinul 0,5.

Un exemplu viu de înlocuire a cărbunelui din cuptorul înalt introdus pe sus, printr'o altă energie calorifică este dat de cuptorul electric ce prepară fonta.

Iată și datele caracteristice rezumate în două tablouri:

No. gr.	Durata	Minerou kg.	Ca O	C. electr.	C. de lemn	Fer în m.	Q	Fontă	Laitier
1	16.X.1910—11.II.911	1.760.884	98.431	1.079	479.971	65,57	62,10	154.543	236.575
2	11.II.911—19.II.911	223.626	8.931	100	54.754	65,06	62,56	145.495	52.645
3	19.II.911—19.III.911	501.020	83.656	304	110.545	49,50	42,42	248.020	193.510
4	19.III.911—9.IV.911	573.390	52.559	100	141.66	57,92	53,06	332.128	151.965

No. gr.	C. lemn/t. f.	Laitier/t. f.	Încărcătură în kg. la 1 t. f.	Kw. ore		Consumul electrozilor	
				TOTAL	Pe t. f.	TOTAL	Pierderi
1	415,7	205	1.319	2.651.029	2.296	11.24	5.83
2	376,3	224	1.694	312.601	2.149	10.84	5.24
3	445,7	780	1.017	650.480	2.623	9.19	4.52
4	426,2	458	1.733	877.706	2.643	7.45	3.87
Medie	418	327	1.344	4.500.596	2.391	10.28	5.27

Din aceste tablouri rezultă că pe lângă o mică parte din cărbunele electrozilor s'a consumat 0,418 k, cărbune de lemn pentru 1 kgr. fontă. Acest rezultat dovedește în mod practic posibilitatea de care vorbeam mai sus.

Calcularea elementelor C_r , C_x , C_t

În cele ce urmează îmi propun să rezolv pe un exemplu luat din practică elementele C_r , C_x , C_t . Evident că această particularizare nu micșorează generalitatea chestiunii, însă am voit să concretizez prin date.

Exemplul ales este C. Î «Providence IV» aparținând lui «*Société Ougrée-Marihay*», iar datele sunt luate M. Derclaye, inginer în sef al Diviziunii C. Î.

«Providence IV» tratează minereuri pentru fontă Thomas și are următoarele caracteristice:

Cantități de materii de redus pentru 1 kg. fontă:

FeO ³	1,3300	corespunzând la	93,00%	Fe	în fontă
MnO	0,0190	»	»	1,47%	
Si O ²	0,0094	»	»	0,44%	
P ² O ⁵	0,0420	»	»	1,83%	
H ² O din umidi- tatea vântului .	0,0260	»	»	7,5 gr. de umi- ditate/kg.	

H ² O a încălzirii de vaporizat	0,615	necesită	$625,4 \times 0,615 = 384,6^\circ$
CO ² de descompus din castină	0,255	»	$1016 \times 0,255 = 259^\circ$
Laitier de topit	0,903	»	$500 \times 0,903 = 451,5^\circ$
Fontă de topit	1, —	»	$300 \times 1 = 300^\circ$

Temperatura vântului $T = 845^{\circ}$

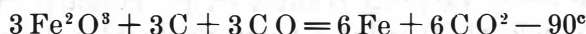
Temperatura la gueulard $t = 62^{\circ}$

C_r, C_x, C_t de determinat.

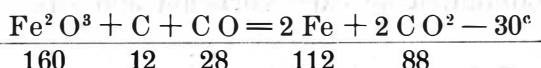
Facem calculul pentru reducerea ferului.

$$\text{Avem: } \begin{cases} \text{Fe}^2 \text{O}^3 + 3 \text{CO} = 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}^2 + 9^{\circ} \\ 2 \text{Fe}^2 \text{O}^3 + 3 \text{C} = 4 \text{Fe} + 3 \text{CO}^2 - 99^{\circ} \end{cases}$$

Aceste două reacțiuni sunt echivalente cu:



sau:



Pentru 160 gr. $\text{Fe}^2 \text{O}^3$ avem nevoie de 12 gr. C și 28 gr. CO pentru a obține 112 gr. Fe și 88 CO^2 cu o cheltuială de 30°

Atunci:



La fel se procedează și cu ceilalți oxizi. De unde tabloul.

Tabloul de reducere a oxizilor

Cantități de redus p. 1 kgr. fontă		PENTRU A OBȚINE 1 Kgr. FONTĂ				
		Sunt necesare		Gaze produse		Calorii
Materii	Kgr.	C	CO	CO	CO ²	
$\text{Fe}^2 \text{O}^3$	1,3300	0,075	0,175	—	0,550	— 187,5
		0,09975	0,23275	—	0,73150	— 249,37
Mn O	0,0190	0,085	—	—	0,311	— 654
		0,00161	—	—	0,00591	— 12,43
Si O ²	0,0094	0,397	—	0,927	—	— 2700
		0,00373	—	0,00871	—	— 25,38
P ² O ⁵	0,0420	0,422	—	0,988	—	— 1505
		0,01772	—	0,04149	—	— 63,21
H ² O	0,0260	0,666	—	1,555	—	— 1549
		0,01730	—	0,04040	—	— 40,27
Total . . .		0,14011	0,23275	0,09060	0,73741	— 390,66

Gazele formate până în prezent sunt:

1. gazul din încărcătură $\text{CO}^2 = 0,25500$

2. » din reducere $\text{CO}^2 = 0,73741$ $\text{CO} = 0,09050$

Căldura specifică a $\text{CO}^2 = 0,22$

Căldura specifică a $\text{CO} = 0,24$

Căldura sensibilă a gazelor la guenlard cu $t = 62$, este:

$$0,99241 \times 0,22 + 0,09050 \times 0,24) \times 62 = 14,^{\circ} 88$$

Atunci avem bilanul termic următor:

Căldură cheltuită	Calorii la 1 k. f.	Căldură +	Calorii la 1 k. f.
Căldura de reducere	390,66		
» luată de fontă	390 —		
» » » laitier	451,5		
Căldura luată de gazele dela gueulard cuprinzând:			
1. descompunerea în CO^2 a castinei	259 —		
2. evaporarea lui H^2O a în- cărcăturii	384,6		
3. căldura sensibilă a gazelor formate	14,88		
	1800,64		
Perderi prin radierie 17,5% . . .	314,76	Deficit	2115,^{\circ} 40
Total	2115,40		

Pentru a completa acest deficit avem nevoie de e cantitate nouă de cărbune C_{do} , ce arde sub acțiunea aerului introdus la $T = 845^{\circ}$, în CO .

$C_{do} (2383 + 5,79 \times 0,24 \times 845) = 2115,40$ căci 1 kgr. C arzând în CO , degaje 2383° și-i trebuie 5,79 kgr. aer

$$C_{do} = \frac{2115,40}{2383 + 5,79 \times 0,24 \times 845} = \frac{2115,40}{a}$$

C_{do} , dă prin combustione o cantitate de gaze:

$$C_{do} \times \left(\underset{\text{aer}}{5,79} + \underset{c}{1,00} \right) = C_{do} \times 6,79$$

Pierdere a căldură a acestor gaze este:

$$C_{do} \times \frac{\beta}{6,79 \times 0,24 \times t}, \text{ pierdere ce trebuie din nou să fie com-}$$

pensată de o cantitate de cărbune C_{a_1} ce trebuie arsă, și așa mai departe:

$$\text{Avem } C_{a_1} = C_{a_0} \times 6,79 \times 0,24 \text{ t} = \frac{2115,4}{\alpha} \times \beta$$

$$\text{La fel: } C_{a_2} = \frac{\frac{2115,4}{\alpha}}{\alpha} \times \beta = \frac{2115,4}{\alpha^2} \beta$$

$$C_d = C_{a_0} + C_{a_1} + \dots = \frac{2115,4}{\alpha} \left(1 + \frac{\beta}{\alpha} + \frac{\beta^2}{\alpha^2} + \dots \right)$$

$$= \frac{2115,4}{\alpha} \times \frac{1}{1 - \frac{\beta}{\alpha}} = \frac{2115,4}{\alpha - \beta}$$

$$C_d = \frac{2115,4}{3456,20} = 0,612$$

Atunci consumația de C repartizată la 1 kgr. fontă, este presupunând că energia calorifică se obține prin combustione:

$$\left\{ \begin{array}{l} C_t = 0,0350 \text{ kgr.} \\ C_r = 0,1401 \text{ kgr.} \\ C_a = 0,6120 \text{ kgr.} \end{array} \right.$$

$$C_t = 0,7871 \text{ kgr.}$$

Aceasta corespunde unui consum total de $C_t \times \frac{100}{83} = 0,948$ coks a 83% C. Găsim tocmai cantitatea consumată în realitate.

Să considerăm raportul: $\frac{C_t + C_r}{C_t} = 0,22$ și indicele de

mers:

$$\frac{CO^2}{CO} = \frac{0,99241}{0,0905 + 0,612 \times \frac{28}{12}} = \frac{0,99241}{0,0905 + 1,4280} = 0,65$$

Interpretare

Dacă presupunem că completamente C_d s'ar putea înlocui printr'o energie calorifică, atunci dat fiind că :

$$\frac{C_f + C_r}{C_t} = 0,22,$$

rezultă că 78% din coksul metalurgic ar putea fi înlocuit,

Se vedem acum dacă ipoteza de restricție a lui Gruner permite acest lucru. In acest caz avem :

$$\frac{CO^2}{CO} = \frac{0,99241}{0,09050} = 11 > 1,57$$

Aceasta înseamnă că chiar în mersul ideal $\frac{CO^2}{CO} = 1$, totuși C_d nu poate fi înlocuit în totalitate.

Ne propunem să calculăm acum C_x , adică cantitatea înlocuibilă maximă :

Avem
după Gruner: $\frac{CO^2}{CO} = 1,57$

$$CO = \frac{CO^2}{1,57} = \frac{0,99241}{1,57} = 0,632 \text{ }^{kgr.}$$

$$\text{Însă: } CO = CO_g + 0,09050$$

$$\therefore CO_g = 0,632 - 0,0905 = 0,542$$

$$\text{Atunci: } CO_x = 1,4280 - CO_g = 0,886$$

$$\text{De unde: } C_x = CO_x \times \frac{12}{28} = 0,38 \text{ }^{kgr.}$$

$$\frac{C_x}{C_t} = \frac{0,38}{0,787} = 0,49 = 49\%$$

Înlocuirea de coks printr'o energie calorifică poate merge până la 49%.

In rezumat: Cantitatea de coks introdus pe la gueulard poate fi redusă până la 22% din cea normală actuală, cu condiția ca restul de 29% să fie introdus sub formă de C (care poate să nu fie coks) și nu numai pe sus, însă cu obligația de a arde în CO, iar 49% din coks poate fi înlocuit printr'o energie calorifică oarecare.

Dacă ne referim din nou la exemplul cuptoarelor electrice din Trollhättan, vedem că cele 420 gr. de cărbune de lemn consumate, însemnând $420 \times 0,8 = 336$ gr. C reprezintă mai mult de cât $C_f + C_r$ necesar elaborării 1 kgr. fontă, o parte din el servind de sigur și ca combustibil spre a satisface împreună cu cărbunele consumat al electrozilor condiției Gruner. Electricitatea transformată în căldură reprezintă termenul C_x .

Avantajele înlocuirii în parte a coksului

Am văzut limitele de posibilitate a acestei înlocuiri, care se produce printr'o substituie de căldură degajată de coksul metalurgic, substituie efectuată în echivalent calorific de o altă energie calorifică.

1. Acest procedeu, prin natura lui e foarte elastic, permițând întrebuințarea și a unui combustibil diferit de coksul metalurgic și acest lucru cu o cheltuială minimă de adaptare la actualele C. I existente.

2. Pentru țara noastră, el permite crearea sau completarea industriei noastre siderurgice prin întrebuințarea combustibililor naționali (mazut, gaz metan, etc.).

3. Realizează o mare economie, ce rezultă din diferența de cost a 1^c. Pentru a calcula această economie, vom presupune, cece este aproximativ adevărat, că din punct de vedere calorific avem echivalențele :

$$1 \text{ kgr. coks} = 1^m \text{ } ^3\text{CH}^4 = \frac{2}{3} 1 \text{ kgr. păcură} = 1^k \text{ cărbune bun.}$$

Din punctul de vedere al costului kaloriilor, avem aproape egalitate între gaz metan, mazut și cărbunele ne-metalurgic.

Toți acești combustibili sunt însă din acelaș punct de vedere de câteva ori mai eftini ca coksul. Ar rezulta deci o economie din prețul de cost al coksului ce s'ar înlocui. Cum însă în general pentru 1^{tonă} fontă e necesar circa 1^t. coks rezultă o economie de circa 1000 k lei/tonă, 1000 reprezentând diferența de preț la tonă și unde k reprezintă coeficientul de înlocuire. Toți acești combustibili, prin faptul că au în constituția lor carbonul, putând da CO ,

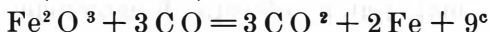
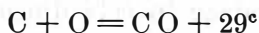
ar putea înlocui nu numai cele 49% calculate precedent pe un exemplu, dar ar putea merge chiar mai departe peste această limită căci condiția restrictivă a lui Gruner s'ar verifica dela sine. Tot pe exemplul calculat teoreticește, însă care s'a verificat în practică pentru C_t , rezultă că această limită poate merge până la 78%. Nu trebuie să exagerăm însă, căci chiar dacă acest lucru e posibil teoreticește, însă greutăți de ordin practic, pe care le voi examina în capitolul următor, reduc această limită. Să fim deci mai modești și să considerăm posibilitatea înlocuirii a 40% coks metalurgic, cu toate că am văzut că chiar în practică s'a ajuns până la 58% la cuptoarele electrice.

Calculând pe această bază obținem o economie de $1000 \times 0,4 = 400$ lei la tona de fontă produsă astfel.

Dacă am presupune că cele 500.000 de fontă de care avem nevoie s'ar produce prin acest procedeu, ar rezulta atunci o economie globală anuală de 200.000.000 lei.

Din această sumă trebuiesc bineînțelese reduse cheltuelile necesare aplicării acestui procedeu.

4. Dacă vom injecta combustibilul, aproximativ în dreptul tuburilor pe unde se suflă aerul, așa după cum vă voi arăta în principiu, rezultă o ameliorare a combustiei și deci o economie de combustibil. În adevăr prin injectare, introducem carbonul sub formă de CO^2 la început, ce imediat se transformă în CO, agent reductor prin excelență. Astfel majoritatea lui CO se va obține pe această cale și va putea reduce în mod natural cantitatea de CO ce s'ar forma pe această cale. Mersul ideal în C. Î ar fi acela în care combustibilul ar ajunge intact până unde se insuflă aerul pentru a arde în CO, care singur să asigure reducerea completă a minereului după reacțiunile :



Atunci 18^{gr.} C ar fi suficiente pentru a pune în libertate 56^{gr.} Fe și să desvolte 38°.

Ori tocmai noi ne apropiem de mersul ideal al C. Î prin injectiunea de combustibil așa cum am spus.

Drept censecintă, $\frac{\text{CO}^2}{\text{CO}}$ se apropie de 1,57, iar această

aconomie antrenează altele, acest lucru bazat pe un principiu metalurgic bine dovedit și anume: *orice ameliorare în mersul cuptorului înalt, rupe echilibrul ce există, i-ar pentru a-și relua starea nouă de echilibru antrenează alte ameliorări, ce se traduc printr'o economie de combustibil și invers.*

5. Sistemul de injectare permite ridicarea temperaturii actuale și prin aceasta ameliorează din nou mersul C. Î, face posibil un afinaj mai intens prin topirea sili-caților cât mai refractari și permite întrebuințarea unui minereu mai sărac.

6. Combustibilul injectat fiind cu mult mai curat decât coksul metalurgic, dă naștere unei fonte mai pure. În rezumat, injectarea metanului, mazutului, etc. prezintă cele mai interesante calități ce se pot cere unui combustibil metalurgic:

- a) obținerea unei temperaturi cât mai ridicate,
- b) » » fonte cât mai pure și
- c) » » » » cât mai puțin costisitoare.

Din acest punct de vedere ne apropiem de cuptorul electric și prin urmare vom avea rezultate frumoase analoage.

7. Tot acest procedeu permite mărirea producției prin intensificarea acțiunii cuptorului înalt.

Dificultăți

7. Aseastă chestiune va naște prin reacțiune, opoziția rutinei și empirismului, cari trebuie s'o constatăm, continuă să domnească în industrie în general și în siderurgie în paficular; *forța de inerție* ce se va crea va fi cu greu învinsă, însă va trebui să cedeze în cele din urmă.

2. S'ar mai putea obiecta fenomenele de «engorgerment» și «accrochage».

Primul fenomen constă în căderea în creuzet a materiilor insuficient reduse. El are loc atunci când C și CO sunt insuficiente spre a reduce minereul, adică atunci când aportul de coks e insuficient.

Or, aci deși cantitatea de ceks introdusă prin gueulard scade în mod simțitor, totuși ea este compensată prin arderea carbonului din combustibilul injectat. Apoi coksul introdus va fi în cantitate mai mare de cât limita caculată, adică 22% el putându-și efectua cu siguranță rolul său de reductor, ajutat de CO ce se formează prin injecțiune. Apoi temperatura înaltă la suprafața creuzetului luptă contra fenomenului. «Accrochage-ul» are loc atunci când materiile se topesc în etalage înainte de vreme, formând o vută impermeabilă gazelor reductoare. Fenomenul e facilitat de o zonă de topire mare, de sfărâmarea încărcăturii datorită unei insuficiente rezistențe la compresiune și de posibilitatea de sudare a bucăților mari.

Pentru a-l evita va trebui ales un coks de preferință cu o mai mare rezistență la compresiune, această rezistență trebuind să crească cu cât se înlocuește mai mult coks. Apoi minereul e bine să fie mai rezistent și nu ușor sudabil la temperaturi înalte.

Totuși dacă fenomenul de «acrochage» are loc, se va putea înlătura fie măbind flacăra și îndrepiând-o în sus printr'o legătură mobilă a injectorului, fie prevăzând un al 2-lea rând de injectoare de ajutor, special pentru aceasta. Se mai poate para la acest inconvenient printr'o mișcare bruscă a aerului suflat, care va avea ca efect dărâmarea arcului format și să se întrerupă comunicația C. Î cu cowper-ul, deschizându-se clopotul de încărcare a gueulard-ului pentru a permite evacuarea gazelor în atmosferă.

Pentru ca fenomenul să nu se mai repete se va schimba patul de topire, făcându-l mai fuzibil.

3. O altă dificultate s'ar putea vedea în ceace privește materialul refractar, ce nu rezistă tocmai bine la temperaturi prea înalte.

În această direcție s'au făcut mari progrese, mai ales în timpul războiului, astfel încât actualmente chestiunea poate fi considerată ca rezolvată.

De altfel dau spre edificare tabloul refractarelor în-trebuințate împreună cu temperatura lor de topire.

1. Si O². Iată compoziția unei bune cărămizi de silice:

Alumină	0,94%	$t_f = 1700^\circ - 1750^\circ$
Oxide de fer	0,15%	
Ca O	1,79%	
Si O ²	96,62%	

2. *Argila.* O cărămidă de argilă are compoziția:

Argilă	96%	} $t_f = 1780^\circ$
Si O ²	4%	
Mică		
Oxide de fer . . .		

3. *Magnezie.* Compoziția unei cărămizi:

Mn O	93,4%	$t_f = 1850^\circ$
Ca O	3,7%	
Fe ² O ³	0,5%	
Al ² O ³	0,2%	
Si O ²	2,8%	

4. *Bauxită.* Compoziția cărămizii are:

$$\text{Al}^2\text{O}^3 = 70\% \quad t_f = 1900^\circ$$

5. *Cromita.* Caramida:

$$\text{Cr}^2\text{O}^3 \quad 40-50\% \quad t_f = 2000^\circ$$

6. *Zircon,* are la bază:

$$\text{Zi O} \quad 75-90\% \quad t_f > 2000^\circ \text{ cu mult}$$

Realizarea

Se va așeza în mod simetric și într'un plan puțin inferior planului tuburilor pe unde se suflă actualmente aerul, un număr de injectoare cu mazut sau gaz metan puse în presiune de aer la o presiune de 5—6 atm. Experimentele efectuate de «Casa Wolff» din București prin Ing. Wyss au dat următoarele rezultate:

— presiunea aerului 5—6 atm.

» păcurei 3 m înălțime, circa $\frac{3}{10}$ atm.

temperatura aerului, circa 50° ce rezultă din compresie

» păcurei, » 15°

temperatura de combustie $\approx 2000^\circ$.

În practică curentă nu se simte nevoie de o temperatură mai ridicată, însă măbind temperatura aerului s'ar atinge o temperatură și mai înaltă. În adevăr să nu uităm că formula ce dă temperatura de combustie:

$$T = \frac{P C \Theta + P' C' \Theta' + m P N}{\Sigma_{pc}}$$

P = greutatea combustibilului.

Θ = temperatura inițială a combustibilului.

C = căldura lui specifică

P', Θ', C' , la fel pentru combustant.

Σ_{pc} , se referă la produșii comb.

are la numărător termenii: $P C \Theta$ și $P' C' \Theta'$ cari fac să mărească T atunci când combustibilul și combustantul sunt încălziți.

Tot încălzirii aerului se datorește și temperatura de 1700° — 1500° maximă în cuptoarele înalte.

«Cassa Wolff», posedă 3 mărimi de injectoare:

- | | | | |
|----|---------------------|------------------|--------|
| 1. | mic cu o consumație | 0—100 kgr./oră | păcură |
| 2. | mijlociu » » » | 40—209 kgr./oră | » |
| 3. | mare » » » | 200—600 kgr./oră | » |

Mărimea 2-a ce ar fi bună pentru $C \dot{I}$ ale noastre costă 4500 lei. Numărul injectoarelor se calculează prin condiția că ele trebuiesc să ardă cărbunele ce înlocuiește coksul.

Să presupunem spre exemplu, că avem cu cuptor înalt cu o capacitate de P tone/zi și că putem înlocui 0,4 din coksul necesar prin păcură. Dacă mărimea 2^a de injector convine, atunci vom trebui să injectăm $0,4P$ tone de echivalent de coks, adică $0,4 \times \frac{2}{3} P$ tone păcură în 24 ore sau

$$0,4 \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{24} P = \frac{0,8}{72} = P/90 \text{ tone păcură/oră.}$$

Injectorul debitând între 40—200 kgr/oră păcură vom avea nevoie de un număr de injectoare cuprins între

$$\frac{P}{0,2 \times 90} = \frac{P}{18} \text{ și } \frac{P}{0,04 \times 90} = \frac{P}{3,6}.$$

Dacă $P = 36$ tone/zi, numărul injectoarelor n este:

$$10 \geq n \geq 2.$$

Vom alege $n = 4$, ce permite o injecție de 100 kgr/oră în medie.

$$\frac{36}{x \times 90} = 4 \quad \therefore \quad x = \frac{36}{360} = 100 \text{ kgr/oră.}$$

În mers forțat, voind a mări coeficientul de înlocuire 0,4 putem merge până la 200 kgr./oră păcură injectată, ceace ar corespunde unei posibilități de 0,8 a coksului, întrecând chiar limita teoretică.

Cu astfel de injectori s'ar putea regula după voe cantitatea de coks înlocuibilă, începând dela 0 până la o limită practică corespunzătoare «accrochage»-ului.

Tot pentru a evita «accrochage»-ul se poate prevedea pentru acești injectori o legătură mobilă, ce schimbând direcția flăcării ar atinge regiuni superioare. Dacă această legătură nu se execută, e bine să se dispună un al 2-lea rând de injectoare, 2 de exemplu, într'un plan corespunzător accrochage-ului probabil, care are de obicei lor în regiunea etalagelor.

Cât ar costa experimentarea acestui procedeu

Producția în fontă fiind de P tone pe zi și presupunând că se ajunge la o cotă de înlocuire de 0,4 vom avea nevoie de $0,4 P \times \frac{2}{3}$ tone/zi sau $0,4 \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{24} P = \frac{P}{90}$ tone/oră mazut.

Admițând că tonă revine la 900 lei avem o cheltuială de $\frac{P}{90} \times 900 = 10 P$ lei pe oră. Cu $P = 36$ tone ca mai sus am avea 360 lei pe oră de funcționare a injectoarelor.

Costul injectoarelor ar fi: $4500 \times (4 + 2) = 27.000$ lei.

În plus de aceasta trebuie prevăzută construcția tuburilor ce vin la injectoare și o mașină de compresat aerul la 5-6 atm.

Așa dar în afară de o mică instalație formată dintr'un compresor ce de cele mai multe ori se găsește într'o insta-

lație metalurgică și de o rețea tubulară, ar mai fi nevoie de 27.000 lei pentru injectoare și de 240 P lei pe zi pentru păcură, corespunzând la $\frac{P}{90} \times 24$ tone păcură zilnic.

Cu $P = 36$ ca mai sus, avem o cheltuială de $240 \times 36 = 8640$ lei zilnic pentru păcură, corespunzând la circa 1 vagon/zi de păcură. Bineînțeles această păcură nu va fi cheltuită în zadar, ea înlocuiește o parte din coksul metalurgic.

Termin Domnilor, cu convingerea că aplicarea în metalurgie, bineînțeles după încercări preliminare de adaptare la condițiile țării noastre, pe lângă o economie apreciabilă va da posibilitatea creerii unei industrii metalurgice naționale.

Grinzi în arc static determinate simple și continue ¹⁾

MAXIMILIAN MARCUS

Inginer

G. Forțe orizontale izolate. Linii de influență.

a) *Reacțiunile punctelor de reazăm.*

55. Să considerăm axa unei grinzi în arc având 3 articulațiuni A, C și B. Reazămele nu sunt situate pe aceeași orizontală iar tangenta la arc în C nu e nici orizontală nici paralelă la dreapta ce unește articulațiunile reazămelor. Să presupunem că o forță orizontală $P=1$, cu direcțiunea dela stânga spre dreapta, lucrează asupra grinzii și că distanța ei dela orizontala prin reazămul stâng este b . Trebuie să distingem 2 cazuri după poziția punctului de aplicație al forței:

aa) *Forța lucrează asupra porțiunei de grindă A C.* Pentru determinare reacțiunilor ne vom servi de ecuațiunile următoare:

$$\left. \begin{aligned} A + B &= 0 \\ P + H_1 + H_2 &= 0 \\ A(l-c) - H_1(f+\delta) - P(f+\delta-b) &= 0 \\ A.l - H_1\delta - P(\delta-b) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (94)$$

de unde deducem valorile:

¹⁾ A se vedea numerile 3—4 (Martie—Aprilie 1920, 7—8 (Iulie—August) 1920 și 11—12 (Noemvrie—Decemvrie), ale Buletinului Soc. Politecnice.

$$\left. \begin{aligned} A &= -P \frac{b}{K_1} \\ B &= P \frac{b}{K_1} \\ H_1 &= -P + P \frac{b}{K_2} \\ H_2 &= -P \frac{b}{K_2} \end{aligned} \right\} \quad (95)$$

în care K_1 și K_2 au valorile date de ecuațiunile (3).

bb) *Forța lucrează asupra porțiunii de grindă CB.*
Determinăm reacțiunile din ecuațiunile următoare:

$$\left. \begin{aligned} A + B &= 0 \\ P + H_1 + H_2 &= 0 \\ A(l-c) - H_1(f+\delta) &= 0 \\ A.l - H_1\delta - P(\delta - b) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (96)$$

pe care rezolvindu-le obținem:

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{P(\delta - b)}{K_4} \\ B &= -\frac{P(\delta - b)}{K_4} \\ H_1 &= \frac{P(\delta - b)}{K_3} \\ H_2 &= -P - \frac{P(\delta - b)}{K_3} \end{aligned} \right\} \quad (97)$$

în cari vom înlocui K_3 și K_4 cu valorile lor din ecuațiunile (3). Din ecuațiunile (95) și (97) vedem că reacțiunea B este pozitivă iar celelalte negative adică A are direcția de sus în jos, B de jos în sus iar H_1 și H_2 dela dreapta la stânga.

Dacă forța P ar fi avut direcția dela dreapta la stânga reacțiunile ar fi fost toate cu semne schimbate adică B ar fi fost negativ iar celelalte pozitive.

Observăm că reacțiunile A și B sunt egale în valoare absolută. Ecuațiunile (95) și (97) fiind toate de gradul întâi în raport cu singura variabilă b urmează că fiecare reacțiune să poată reprezenta prin câte 2 linii drepte, care se taie pe orizontala articulației. Dacă determinăm pentru

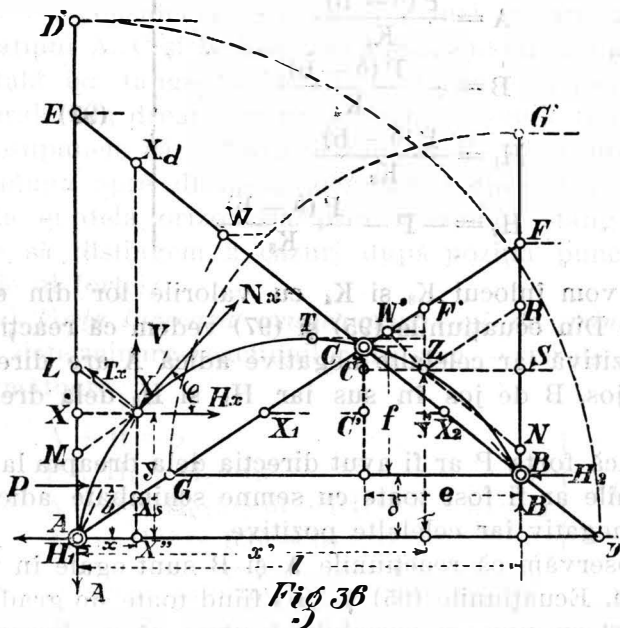
fiecare dreaptă câte 2 puncte, vom putea desena liniile de influență unind prin drepte punctele respective. Pentru acest scop luăm pentru b acele valori care simplifică ecuațiunile (95) și (97). Rezultatele se găsesc în tabela următoare;

Tabela IV

		Forța se află între A și C			Forța se află între C și B		
Reacțiunile reazămelor	$b =$	o	K_1	K_2	δ	$\delta + K_3$	$\delta + K_4$
	A	o	$-P$		o		$-P$
	B	o	P		o		P
	H_1	$-P$		o	o	$-P$	
	H_2	o		$-P$	$-P$	o	

Da aci deducem următoarea construcție:

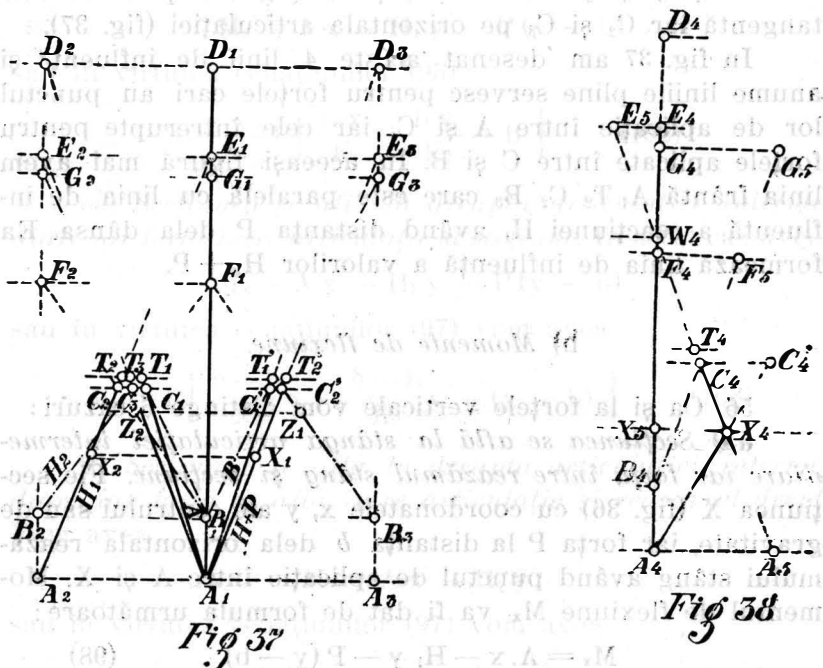
aa) Determinăm punctele K analog ca și în cazul for-



țelor verticale izolate, adică D, E, F și G (fig. 36). Vom avea $AD = K_1$, $AE = K_2$, $BF = K_3$ și $BG = K_4$.

bb) Rabatem punctul G în jurul lui B până în G' pe verticala reazămului drept și punctul D în jurul lui A până în D' pe verticala reazămului stâng (fig. 36).

cc) Ducem orizontalele prin articulația intermediară, prin punctele K prin G' și D' și ducem și orizontala tangentă la arc în T , adică *orizontala articulației, orizontalele K , orizontalele K rabatute și orizontala tangentă*. Aceste orizontale le tăiem cu o verticală oarecare $A_1 D_1$ (fig. 37) care ne va servi drept axă dela care vom măsura abscisele liniilor de influență, socotind aceste abscise ca pozitive când sunt situate la dreapta axei $A_1 D_1$ și negative când sunt la stânga ei.



dd) Pentru a găsi linia de influență a reacțiunii A , purtăm $D_1 D_2 = -P$ și $G_1 G_2 = -P$ pe orizontalele K rabatute și unim A_1 cu D_2 și G_2 cu B_1 prin drepte, care se taie în C_1 pe orizontala articulației, Dreapta $A_1 D_2$ taie orizontala tangentă în T_1 . Linia frântă $A_1 T_1 C_1 B_1$ este *linia de influență a reacțiunii A* (fig. 37).

ee) Pentru a găsi linia de influență a reacțiunii B ,

purtăm pe orizontalele K rabatute $D_1 D_3 = G_1 G_3 = +P$ și unim A_1 cu D_3 și B_1 cu G_3 . Linia frântă $A_1 T_1' C_1' B_1$ este linia de influență căutată. Punctul T_1' se află la intersecția dreptei $A_1 D_3$ cu orizontala tangentă, iar C_1' pe orizontala articulației (fig. 37).

ff) Pentru a determina liniile de influență pentru reacțiunile H_1 și H_2 măsurăm cu compasul distanțele $A_1 A_2 = B_1 B_2 = -P$ pe orizontalele reazămelor și $E_1 E_2 = F_1 F_2 = -P$ pe orizontalele K apoi unim A_2 cu F_1 și B_1 cu F_2 și obținem linia frântă $A_2 T_2 C_2 B_1$ care este linia de influență a reacțiunii H_1 . Unind A_1 cu E_2 și B_2 cu F_1 găsim linia de influență a reacțiunii H_2 reprezentată prin linia frântă $A_1 T_3 C_3 B_2$. Punctele T_2 și T_3 se găsesc pe orizontala tangentă iar C_2 și C_3 pe orizontala articulației (fig. 37).

În fig. 37 am desenat aceste 4 linii de influență și anume liniile pline servesc pentru forțele cari au punctul lor de aplicație între A și C , iar cele întrerupte pentru forțele aplicate între C și B . În aceeași figură mai avem linia frântă $A_1 T_2' C_2' B_3$ care este paralelă cu linia de influență a reacțiunii H_1 având distanța P dela dânsa. Ea formează linia de influență a valorilor $H_1 + P$.

b) Momente de flexiune.

56. Ca și la forțele verticale vom distinge 6 cazuri:

aa) *Secțiunea se află la stânga articulației intermediare iar forța între reazăm stâng și secțiune.* Fie secțiunea X (fig. 36) cu coordonatele x, y ale centrului său de greutate, iar forța P la distanța b dela orizontala reazămului stâng având punctul de aplicație între A și X . Momentul de flexiune M_x va fi dat de formula următoare:

$$M_x = A \cdot x - H_1 y - P (y - b) \quad (98)$$

sau având în vedere ecuațiunile (95)

$$M_x = -P \left[\frac{b x}{K_1} + \frac{b y}{K_2} - b \right] \quad (99)$$

bb) *Secțiunea se află la stânga articulației intermediare, forța se află între secțiune și articulație.* Avem $M_x = A x - H_1 y$ sau în virtutea ecuațiilor (95)

$$M_x = -P \left[\frac{b x}{K_1} + \frac{b y}{K_2} - y \right] \quad (100)$$

cc) *Secțiunea se află la stânga articulației intermediare, iar forța între articulație și reazămul drept. Vom avea momentul :*

$M_x = A x - H_1 y$
sau în virtutea ecuațiilor (97) avem

$$M_x = P \left[\frac{\delta - b}{K_4} x - \frac{\delta - b}{K_3} y \right] \quad (101)$$

dd) *Secțiunea se află la dreapta articulației intermediare iar forța între reazămul stâng și articulație. Avem*

$$M_x = A x' - H_1 y' - P (y' - b)$$

sau în virtutea ecuațiilor (95)

$$M_x = -P \left[\frac{b x'}{K_1} + \frac{b y'}{K_2} - b \right] \quad (102)$$

ee) *Secțiunea se află la dreapta articulației intermediare iar forța între articulație și secțiune. În acest caz avem*

$$M_x = A x' - H_1 y' - P (y' - b)$$

sau în virtutea ecuațiilor (97) vom avea

$$M_x = P \left[\frac{\delta - b}{K_4} x' - \frac{\delta - b}{K_3} y' - (y' - b) \right] \quad (103)$$

ff) *Secțiunea se află la dreapta articulației intermediare iar forța se află între articulație și reazămul drept. Vom avea*

$$M_x = A x' - H_1 y'$$

sau în virtutea ecuațiilor (97) vom avea

$$M_x = P \left[\frac{\delta - b}{K_4} x' - \frac{\delta - b}{K_3} y' \right] \quad (104)$$

Toate ecuațiile (99)–(104) fiind de gradul I în raport cu singura variabilă b , urmează că ele se pot reprezenta prin drepte, deci:

Linia de influență a momentelor este o linie frântă compusă din trei drepte. Dacă cunoaștem pentru fiecare

din drepte câte 2 puncte vom putea construi linia de influență. În tabela următoare sunt determinate aceste puncte. Am ales pentru b valori cari simplifică ecuațiunile (99)—(104) iar pentru P am luat valoarea 1.

Tabela V

b	Secțiunea se află la stânga articulației intermediare			Secțiunea se află la dreapta articulației intermediare		
	Forța se află între A și X	Forța se află între X și C	Forța se află între C și B	Forța se află între A și C	Forța se află între C și Z	Forța se află între Z și B
o	o	y		o		
K_2	$K_2 - y - \frac{K_2}{K_1} x$	$-\frac{K_2}{K_1} x$		$K_2 - y' - \frac{K_2}{K_1} x'$		
δ			o		$-(y' - \delta)$	o
$\delta - K_3$			$y - \frac{K_3}{K_4} x$		$K_3 + \delta - \frac{K_3}{K_4} x'$	$y' - \frac{K_3}{K_4} x'$

De aci deducem construcțiunile următoare:

aa) Pentru secțiunea X. Construim liniile încrucișate variabile ale secțiunii și tăiem verticala reazămului stâng în L și M. Ducem prin X o orizontală (orizontala secțiunii) și determinăm punctul X' pe verticala reazămului stâng.

Se vede ușor din fig. 36 că

$$\left. \begin{aligned} AM &= y - \frac{K_3}{K_4} x \\ AX' &= y \\ X'L &= \frac{K_2}{K_1} x \\ LE &= K_2 - y \frac{K_2}{K_1} x \end{aligned} \right\} \quad (105)$$

Comparând ecuațiunile (105) cu tabela V vedem că distanțele AM, AX', X'L și LE sunt în valoare absolută egale cu abscisele liniei de influență pentru momentele secțiunii X. De aceea ducem (fig. 38) verticală A₄D₄, care va servi drept axă, de la care vom măsura abscisele liniei de influență și tăiem orizontalele reazămelor și orizontalele K

determinând astfel punctele B_4 , F_4 și E_4 . Măsurăm apoi pe verticala reazământului, situat de aceeași parte a articulației ca și secțiunea, cele 4 intervale pe care le determină liniile încrucișate fixe și variabile și orizontala secțiunii și le purtăm ca abscise și anume:

$F_4 F_5 = A M$ pe orizontala K din dreapta

$A_4 A_5 = A X'$ pe orizontala reazământului stâng

$E_4 E_5 = E L$ pe orizontala K din stânga

$E_4 E_5 = -X' L$ pe orizontala K din stânga

Unim A_4 cu E_5 , A_5 cu E_5 și B_4 cu F_5 și obținem cele 3 drepte ale liniei de influență. Primele două se taie în X_4 pe orizontala secțiunii iar a 2-a și a treia în C_4 pe orizontala articulației, iar linia de influențe a momentelor este linia frântă $A_4 X_4 T_4 C_4 B_4$ (fig. 38). Punctul T_4 se află pe orizontala tangentă.

bb) Pentru secțiunea Z . Liniile încrucișate fixe, cele variabile și orizontala secțiunii taie pe verticala reazământului drept distanțele BN , BS , SR și RF și avem:

$$\left. \begin{aligned} BN &= - \left(K_2 - y' - \frac{K_2}{K_1} x' \right) \\ BS &= y' - \delta \\ RF &= - \left(y' - \frac{K_3}{K_4} x' \right) \\ SR &= K_3 + \delta - \frac{K_3}{K_4} x' \end{aligned} \right\} \quad (106)$$

În fig. 39 luăm verticala $A_6 D_6$ drept axă de la care vom măsura abscisele liniei de influență. Construim

$F_6 F_8 = -R F$ pe orizontala K din dreapta

$F_6 F_7 = R S$ pe orizontala K din dreapta

$B_6 B_5 = -B S$ pe orizontala reazământului drept

$E_6 E_7 = -B N$ pe orizontala K din stânga.

Unim A_6 cu E_7 , B_5 cu F_7 și B_6 cu F_8 și obținem cele 3 drepte care formează linia de influență. Primele două se taie în C_6 pe orizontala articulației, iar ultimele două în Z_6 pe orizontala secțiunii. Linia de influență este

$$A_6 T_6 C_6 Z_6 B_6$$

57. Din cele văzute, deducem deci următoarea regulă

pentru construirea liniilor de influență pentru momentele unei secțiuni oarecare:

aa) Determinăm intersecțiunile liniilor încrucișate fixe și variabile precum și a orizontalei secțiunii cu verticala reazământului situat de aceeași parte a articulației ca și secțiunea. Obținem astfel 5 puncte și împreună cu ele următoarele 4 distanțe:

a) Distanța dela reazământul considerat la orizontala secțiunii.

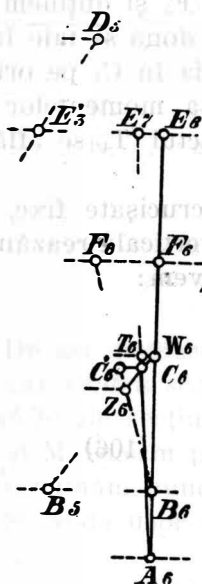


Fig. 39

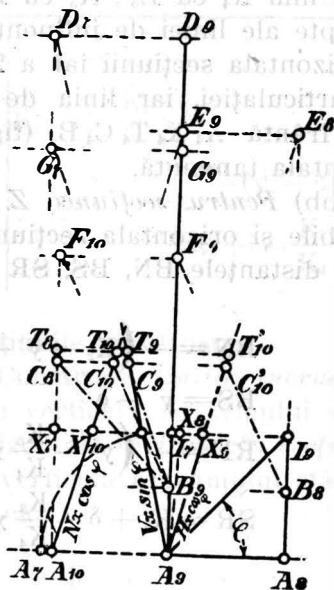


Fig. 40

β) Distanța dela linia încrucișată fixă, ce trece prin reazământul considerat la linia încrucișată variabilă paralelă cu dânsa.

γ) Distanța dela linia încrucișată fixă, ce trece prin reazământul opus celui considerat, la linia încrucișată variabilă paralelă cu dânsa, și

δ) Distanța dela orizontala secțiunii la linia încrucișată variabilă, care este paralelă cu linia încrucișată fixă se trece prin reazământul opus celui considerat.

Primele 3 distanțe le considerăm pozitive pentru sec-

țiunile situate la stânga articulației și negative în cazul contrariu iar a 4-a distanță e negativă pentru secțiunile din stânga articulației și pozitivă pentru cele din dreapta.

bb) Determinăm orizontala reazământului situat de aceeași parte a articulației ca și secțiunea precum și orizontalele K și purtăm cele 4 distanțe în modul următor:

α) Distanța α) pe orizontala reazământului respectiv.

β) Distanțele γ) și δ) pe orizontala K din dreapta dacă secțiunea e la dreapta articulației și pe orizontala K din stânga în cazul contrar.

γ) Distanța β pe orizontala K din stânga, dacă secțiunea e la dreapta articulației și pe cea din dreapta în cazul contrar.

Aceste 4 distanțe sunt măsurate dela aceeași verticală, considerată drept axă, purtând distanțele pozitive la dreapta iar cele negative la stânga axei.

Extremitățile acestor 4 distanțe le unim astfel:

α cu δ, γ cu punctul de pe axă corespunzător reazământului considerat iar β cu punctul de pe axă corespunzător reazământului opus.

58. Dacă ducem prin secțiune o verticală (fig. 36) și tăiem liniile încrucișate, fixe în X_s și X_d observăm că $XX_s = AM$ și $XX_d = LE$. De aci rezultă următoarea regulă simplă pentru construirea liniilor de influență a momentelor de flexiune:

Determinăm distanțele verticale de la secțiune la liniile încrucișate fixe XX_s și XX_d (fig. 36) și le purtăm ca abscise ale liniei de influență E_4E_3' și F_4F_5 (fig. 38) pe orizontalele K respective.

Extremitatea fiecărei abscise o unim cu punctul de pe axă ce corespunde reazământului situat pe aceeași verticală cu punctul K respectiv adică E_3' cu A_4 și F_5 cu B_4 . Găsim astfel 2 drepte dintre care una A_4E_3' taie orizontala secțiunii în X_4 iar a doua B_4F_5 taie orizontala articulației în C_4 . Aceste 2 puncte aparțin dreptei mijlocii ale liniei de influență. Aceasta din urmă este deci reprezentată prin linia poligonală.

$$A_4 X_4 C_4 T_4 C_4 B_4$$

Pentru a cunoaște semnul celor 2 distanțe XX_s și

XX₄ considerăm liniile încrucișate fixe ca 2 forțe dirijate dela articulație spre reazămele respective. Semnul momentelor acestor forțe în raport cu secțiunea este în acelaș timp semnul distanțelor dela secțiune la dreptele respective.

Din cele expuse se vede că, pentru secțiunile situate între reazământul stâng și articulație, aceste distanțe sunt pozitive iar pentru secțiunile dintre articulație și reazământul drept ele sunt negative, presupunând că grinda în arc are axa sa ACB astfel în cât or ce verticală prin secțiune taie liniile încrucișate fixe de o parte și de alta a ei.

59. Dacă în fig. 36 unim A cu X printr'o dreaptă care taie linia încrucișată fixă DE în W, găsim că W se găsește pe aceeași orizontală cu punctul W₄ (fig. 38) pe care îl găsim dacă tăiem dreapta A₅ E₅ cu axa A₄ D₄. Aceasta e ușor de dovedit, căci o forță aplicată în W se descompune în 2 reacțiuni dintre cari cea din stânga coincide în poziție cu AW deci trece prin X; așa dar momentul acestei reacțiuni este egal cu zero. Prin urmare și abscisa respectivă a liniei de influență trebuie să aibă valoarea zero, așa dar linia de influență taie axa ordonatelor pe orizontala prin W. Acelaș lucru se poate demonstra și pentru punctele W' (fig. 36) și W₆ (fig. 39) primul situat la intersecțiunea dreptei BZ cu AC, al 2-lea la intersecția dreptei B₅ F₇ cu axa A₆ E₆.

60. Dacă prelungim în fig. 38 dreapta A₄ X₄ până la intersecția ei cu orizontala articulației în C₄' pe deoparte, iar pe de alta dacă determinăm în fig. 36 intersecția C' dintre orizontala secțiunii cu verticala articulației găsim în valoare absolută

$$C_4 C_4' = C C'$$

Tot astfel decă în fig. 39 prelungim B₆ Z₆ și tăiem orizontala articulației în C₆' pe deoparte, iar pe de alta determinăm distanța verticală C C' dela articulație la orizontala secțiunii găsim iarăși în valoare absolută

$$C_6 C_6' = C C''$$

Acest lucru e ușor de dovedit căci C₄ C₄' resp. C₆ C₆' nu reprezintă altceva decât momentul în raport cu secțiunea X resp. Z a unei forțe orizontale P = 1 aplicate în C. In

primul caz însă acest moment este egal cu $1 \times CC'$ iar în al 2-lea cu $1 \times CC''$.

61. Dacă în fig. 38 prelungim dreptele $A_4 C_4'$ și $B_4 C_4$ până la intersecțiunile lor D_5 și G_5 cu *orizontalele* K *ra-*
batute corespunzătoare și dacă în acelaș timp determinăm în fig. 36 intersecțiunile X_1 și X_2 ale orizontalei secțiunii cu liniile încrucișate fixe obținem

$$D_4 D_5 = X X_2 \quad \text{și}$$

$$G_4 G_5 = X X_1$$

Pentru a dovedi aceasta e destul să calculăm $D_4 D_5$ și $G_4 G_5$.

Din asemănarea triunghiurilor $A_4 D_4 D_5$ și $A_4 E_4 E_3'$ avem:

$$D_4 D_5 : E_4 E_3' = A_4 D_4 : A_4 E_4 \quad \text{sau}$$

$$D_4 D_5 = \left(K_2 - y - \frac{x K_2}{K_1} \right) \frac{K_1}{K_2} = K_1 - x - \frac{y K_1}{K_2} \quad (107)$$

Din fig. 36 vedem că:

$$XX_2 = X'X_2 - X'X = AD \frac{X'E}{AE} - X'X = \frac{K_1(K_2 - y)}{K_2} - x = K_1 - x - y \frac{K_1}{K_2} \quad (108)$$

Deci comparând (107) cu (108) găsim:

$$D_4 D_5 = X X_2 \quad (109)$$

De asemenea avem:

$$G_4 G_5 : F_4 F_5 = B_4 G_4 : B_4 F_4 \quad \text{sau}$$

$$G_4 G_5 = y \frac{K_4}{K_3} - x \quad (110)$$

și

$$X X_1 = X'X_1 - X'X = y \frac{K_4}{K_3} - x \quad (111)$$

de unde deducem că

$$G_4 G_5 = X X_1 \quad (112)$$

62. Dacă în fig. 36 ne închipuim porțiunea de arc $A C$ împreună cu forța P întoarse sub un unghi de 90° și repetăm același lucru și cu fig. 38 atunci $A_4 X_4 C_4$ este linia de influență a momentelor unei grinzi simple răzămate în A și C asupra căreia ar lucra forța verticală P iar axa dela care s'ar măsura linia de influență ar fi dreapta $A_4 C_4$. Aceasta iar este ușor de văzut de oarece $C_4 C_4' = C C'$ și $A_4 A_5 = A X'$.

63. Din cel de mai sus rezultă că și în cazul forțelor orizontale ca și în cazul celor verticale suntem în stare a determina mai multe puncte decât sunt absolut necesare pentru a desena linia de influență a momentelor. O parte din ele vor servi deci drept control. Se înțelege că vom alege acele puncte, care ne vor fi mai la îndemână și care ne vor da rezultate neîndoioase pentru epura noastră. Astfel în fig. 38 ne sunt suficiente punctele W_4 și A_5 căci prin unirea lor printr'o dreaptă găsim T_4 , C_4 și X_4 și linia de influențe este determinată. Celelalte puncte C_4' , E_3' , E_5 , D_5 etc. pot servi pentru a controla lucrarea.

c) *Puteri tăietoare.*

64. Vom distinge ca și în cazul forțelor verticale, puteri tăietoare verticale V_x și orizontale H_x sau normale N_x și tangențiale T_x .

aa) *Puteri verticale* V_x . Oricare ar fi secțiunea pe care am examina-o, vom avea $V_x = A$, deci linia de influență a reacțiunii A este în același timp și linia de influență pentru puterile verticale V_x .

bb) *Puteri orizontale* H_x . După poziția forței vom avea:
 $H_x = H_1 + P$ când forța se afla aplicată între reazăm stâng și secțiune și

$H_x = H_1$ când forța își are punctul de aplicație situat între secțiune și reazăm drept.

După cum forța se afla la stânga sau la dreapta articulației vom avea să înlocuim H_1 cu valoarea sa din ecuațiunile (95) sau (97). Rezultatele obținute sunt rezumate în tabela următoare:

Tabela VI.

Puterea orizontală	Secțiunea se află la stânga articulației			Secțiunea se află la dreapta articulației		
	Forța se află între			Forța se află între		
	A și secțiune	Secțiune și C	C și B	A și C	C și secțiune	Secțiune și B
$H_x =$	$P \frac{b}{K_2}$	$-P + P \frac{b}{K_2}$	$P \frac{\delta - b}{K_3}$	$\frac{P b}{K_2}$	$P + P \frac{\delta - b}{K_3}$	$P \frac{\delta - b}{K_3}$

Din tabela VI vedem că H_x este o funcțiune de gr. I în raport cu variabila b , deci linia de influență se va compune din linii drepte. Mai vedem că: *Linia de influență a puterii orizontale H_x coincide cu linia de influență a reacțiunii H_1 pentru forțele situate între secțiune și reazăm drept B. Ea coincide cu linia de influență a valorilor $H_1 + P$ pentru forțe aplicate între reazăm stâng și secțiune. Aceste 2 părți sunt unite printr'o orizontală ce trece prin centrul de gravitate al secțiunii.*

In fig. 37 avem pentru secțiunea X linia de influență a puterii orizontale H_x reprezentată prin poligonul $A_1 X_1 X_2 T_2 C_2 B_1$; iar pentru secțiunea Z prin poligonul $A_1 T_2' C_2' Z_1 Z_2 B_1$.

cc) *Puteri normale N_x .* Dacă înlocuim puterile V_x și H_x prin alte 2 forțe dintre cari una N_x normală pe secțiune iar alte T_x perpendiculară pe N_x avem:

$$\left. \begin{aligned} N_x &= V_x \sin \varphi + H_x \cos \varphi \\ T_x &= V_x \cos \varphi - H_x \sin \varphi \end{aligned} \right\} \quad (113)$$

De obicei se neglijează aceasta din urmă, rămânând a se cerceta numai influența puterilor normale N_x .

In fig. 40 am luat o verticală $A_9 D_9$ drept axă. Prin capătul A_9 al acestei axe am dus dreapta $A_9 I_9 = 1$, care formează cu orizontala unghiul φ , adică $A_9 I_9$ este paralelă cu tangenta la arc în secțiunea X. Coborâm perpendiculara $I_9 A_8$ pe orizontala $A_9 A_8$. Este evident că $I_9 A_8 = \sin \varphi$ și $A_9 A_8 = \cos \varphi$.

Pe orizontale prin A_9 purtăm distanța $A_9 A_{10} = A_9 A_8 = \cos \varphi$ iar pe verticala prin A_9 măsurăm $A_9 I_7 = I_9 A_8 = \sin \varphi$ (toate în valoare absolută). Apoi rabatem I_7 în jurul lui A_9 până în A_7 pe orizontala prin A_9 . Este iar ușor de văzut că $A_9 A_7 = \sin \varphi$. Prin punctele A_7 , A_{10} și A_8 ducem verticale, care taie orizontalele K , orizontalele K rabatute etc. în punctele D_7 , G_7 , F_{10} etc.

Unim A_9 cu D_7 și B_9 cu G_7 și obținem linia $V_x \sin \varphi$ reprezentată prin linia frântă $A_9 T_9 C_9 B_9$.

Unim A_9 cu E_8 și tăiem orizontala secțiunii în X_9 , deasemenea unim A_{10} cu E_9 și tăiem orizontala secțiunii, orizontala tangentă și orizontala articulației în punctele X_{10} , T_{10} și C_{10} .

În fine mai unim B_9 cu F_{10} . Această dreaptă trebuie să treacă prin C_{10} . Linia frântă $A_9 X_9 X_{10} T_{10} C_{10} B_9$ ne reprezintă valorile $H_x \cos \varphi$.

Adunând algebricește abscisele liniilor $V_x \sin \varphi$ și $H_x \cos \varphi$ găsim linia frântă $A_9 X_8 X_7 T_8 C_8 B_9$ care este *linia de influență a puterilor normale N_x* .

Dacă prelungim dreapta $T_8 X_7$ ea trebuie să treacă prin A_{10} .

d) Momente în raport cu punctele principale ale sâmburelui central.

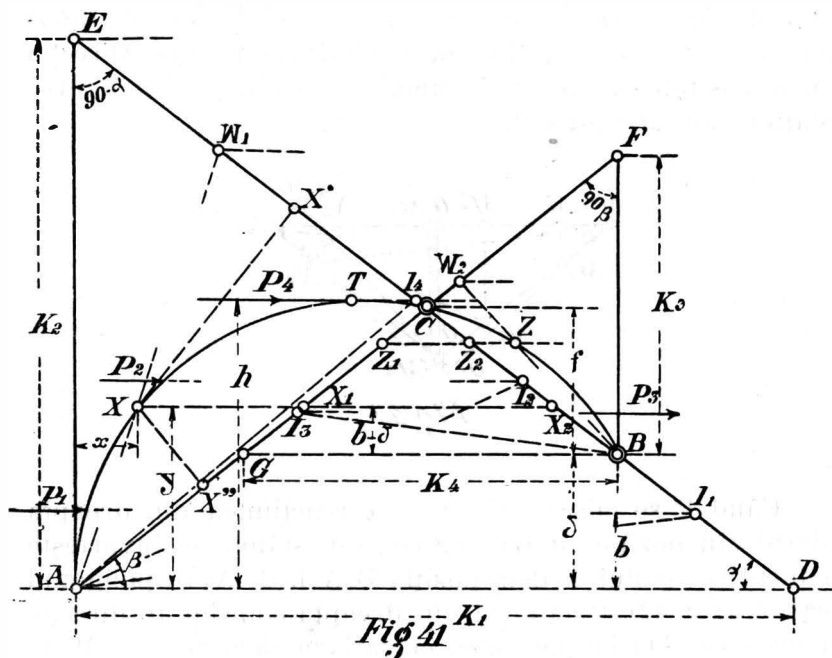
65. Analog ca și pentru momentele statice în raport cu centrul de gravitate al secțiunii, vom construi și pentru cele în raport cu punctele principale ale sâmburelui central liniile de influență cu următoarele modificări:

Vom duce liniile încrucișate mobile prin punctul principal respectiv, de asemenea și orizontala prin acel punct, care va înlocui orizontala secțiunii, iar restul operațiunilor va rămânea la fel ca și pentru momentul static în raport cu centrul de gravitate al secțiunii. Epurele respective nu au mai fost desenate, fiecare putând construi din cele expuse momentele cerute.

H. Metode pur grafice pentru determinarea liniilor de influență.

a) Reacțiunile reazămelor.

66. Fie (fig. 41) A C B axa unei grinzi nesimetrice cu 3 articulațiuni. Să ne închipuim că o forță orizontală $P=1$ se mișcă dela A la B. Să considerăm una din pozițiunile ocupate de dânsa de ex. P_1 . Unim A și B cu C. Forța $P=1$ în poziția P_1 va da naștere la 2 reacțiuni dintre cari una coincide în poziție cu B C iar cealaltă cu dreapta A I_1 , pe care o obținem dacă unim A cu punctul de inter-



secție I_1 al forței P_1 cu dreapta B C. Dacă luăm pe o orizontală (fig. 42) $MN=P=1$ și ducem prin M o paralelă la B C iar prin N altă paralelă la A I_1 , găsim și mărimile și sensul reacțiunilor. Vom avea atunci reacțiunea din stânga egală cu NM_1 iar cea din dreapta egală cu M_1M . Dacă prin M_1 ducem perpendiculara M_1M_1' pe MN obținem reacțiunile verticale și orizontale și anume:

$$\left. \begin{aligned} A &= M_1' M_1 \\ B &= M_1 M_1' \\ H_1 &= M M_1' \\ H_2 &= M_1' M \end{aligned} \right\} \quad (114)$$

Dacă forța $P=1$ se mișcă dela P_1 spre T (fig. 41) punctul I_1 se mișcă pe dreapta BC dela I_1 la I_4 iar dacă P se mișcă dela poziție P_1 se A punctul I_1 se mișcă pe BC spre D (de acea BC este o linie de intersecție a reacțiunilor).

Când forța se mișcă dela T la C , punctul I_1 descrie drepte I_4C iar când forța P depășește punctul C , punctul I_1 se mișcă dela C spre G pe dreapta CA (CA este a 2-a linie de intersecție a reacțiunilor). Ca și în cazul forțelor verticale *liniile încrucișate fixe* sunt deci *liniile de intersecție ale reacțiunilor*. Ele nu depind de poziția, direcția sau intensitatea forțelor ci numai de poziția celor 3 articulațiuni ale arcului dat.

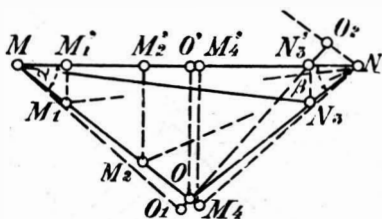


Fig 42

Când P se mișcă dela A la T reacțiunea din dreapta coincide în poziție cu BC iar cea din stânga se învârteste în jurul punctului A dela poziția DA la $I_4 A$. În poligonul forțelor (fig. 42) reacțiunea din dreapta coincide în direcție cu dreapta MO iar mărimea ei variază dela zero la MM_4 . Reacțiunea din stânga rotește în jurul punctului N iar mărimea ei variază dela $NM=1$ la NM_4 .

Când P se mișcă dela T la C reacțiunea din dreapta coincide în poziție cu BC iar ca mărime variază dela MM_1 la MO , pe când reacțiunea din stânga rotește în jurul lui A dela $I_4 A$ la CA iar mărimea ei variază dela NM_4 la NO .

Se poate dovedi ușor că *liniile de influență ale reacțiunilor* sunt linii drepte pentru cazul unei forțe care se

mișcă dela A la C. Pentru acest scop considerăm triunghiurile $N M_1, M$ (fig. 42) și $A I_1 D$ (fig. 41) care au laturile paralele două câte două deci

$$\frac{M N}{M_1 M_1'} = \frac{A D}{b} \quad (115)$$

Dacă ținem cont că $M N = P = 1$ și $A D = K_1$ avem

$$M_1 M_1' = \frac{b}{K_1} \quad (116)$$

În ecuațiunea (116) K_1 fiind o constantă urmează că $M_1 M_1'$ este proporțional cu variabila b deci se poate reprezenta printr'o dreaptă și deci linia de influență a reacțiunii verticale se poate reprezenta printr'o dreaptă.

Valoarea maximală a liniei de influență corespunde valorii maxime a variabilei b adică pentru punctul T, când avem $b = h$. În acel caz punctul I_1 s'a mișcat până în I_4 iar $M_1 M_1'$ a ajuns în poziția $M_4 M_4'$.

De oarece în valoare absolută $M_4 M_4' = M_4' M_4$ urmează că A și B au aceeași valoare absolută, diferind prin semn: A fiind negativ iar B pozitiv. Prin urmare dacă în fig. 43 luăm verticala $A_1 E_1$ drept axă, dela care vom măsura abscisele liniilor de influență, și tăiem cu dânsa orizontala tangentă în T_1 n'avem decât să facem pe această orizontală $T_1 T_4 = M_4' M_4$ și $T_1 T_5 = M_4 M_4'$ pentru ca unind apoi A_1 cu T_4 și cu T_5 să obținem liniile de influență căutate și anume:

$A_1 T_4$ este linia de influență a reacțiunii A iar

$A_1 T_5$ a reacțiunii B pentru cazul forțelor situate între A și C.

Dreptele $A_1 T_4$ și $A_1 T_5$ taie orizontala articulației în C_4 și C_5 iar $C_1 C_4$ și $C_1 C_5$ sunt valorile corespunzătoare ale reacțiunilor A și B pentru o forță $P = 1$ aplicată în C.

Triunghiul $M M_1 M_1'$ este asemenea cu triunghiul $A D E$ ambele având laturile paralele două câte două. Deci

$$\frac{M_1' M}{M_1 M_1'} = \frac{A D}{A E} \quad (117)$$

Urmează deci că și H_1 este o funcție lineară și se poate reprezenta printr'o dreaptă. Pentru maximum b adică pentru $b=h$ găsim $H_1 = N M_1'$. În fig. 43 măsurăm $A_1 A_2 = 1 = NM$ și pe orizontala tangentă $T_1 T_2 = N M_1'$. După aceea unim A_2 cu T_2 și avem dreapta $A_2 C_2 T_2$ care este linia de influență pentru H_1 . Dacă prelungim aceste drepte până ce taie orizontala K din stânga în E_1 acest punct trebuie să fie situat pe axa ordonatelor.

67. Când forța P se mișcă dela C la B , liniile de influență ale reacțiunilor sunt linii drepte. Ca să dovedim aceasta considerăm o poziție oarecare P_3 a forței $P=1$ situate între C și A . Reacțiunile pentru acest caz coincid în poziție cu $I_3 A$ și $B I_3$ (fig. 41) iar în mărime și direcție cu $N N_3$ și $N_3 M$ (fig. 42) când P se mică dela C la B punctul I_3 descrie dreapta CG iar dreapta $B I_3$ se învâртеște în jurul punctului B dela BC la BG . În acelaș timp punctul N_3 se mișcă pe dreapta ON dela O la N . Ducem perpendicular $N_3 N_3'$ pe MN și găsim din asemănarea triunghiurilor $N M N_3$ și $B I_3 G$ că

$$\frac{BG}{b-\delta} = \frac{NM}{N_3 N_3'} \text{ sau}$$

$$N_3 N_3' = \frac{b-\delta}{K_4} \quad (120)$$

adică $N_3 N_3'$ este o funcție liniară în raport cu variabile b și se poate reprezenta printr'o dreaptă; așa dar liniile de influență pentru reacțiunile A și B sunt drepte. Pentru pozițiile extreme ale forței P în C și B avem valorile OO' și zero. Valoarea OO' este aceeași pe care am obținut-o pentru cazul când am considerat forța P aplicată în C ca făcând parte din seria forțelor situate între A și C ; deci unim punctele C_4 resp. C_3 cu B_1 (fig. 43) și obținem partea a 2-a a liniilor de influențe pentru A resp. B .

Deci liniile de influență ale reacțiunilor verticale se compun din câte 2 drepte care se taie pe orizontala articulației.

Din fig. 42 mai rezultă că

$$H_1 = N N_3' = N_3 N_3' \cotg \beta = \frac{b-\delta}{K_4} \cotg \beta \quad (121)$$

deci și linia de influență pentru reacțiunea H_3 este o dreaptă. Pentru pozițiile extreme ale forței P în C și B avem valorile reacțiunii H_1 egale cu NO' și zero deci găsim pentru H_1 aceeași valoare când P se află în C , pe care am găsit-o pentru aceeași poziție a lui P pe care am considerat-o ca făcând parte din seria forțelor și situate între A și C . Prin urmare unim C_2 cu B_1 și obținem a 2-a dreaptă a liniei de influență căutate.

Tot astfel putem dovedi că dacă ducem prin B , orizontala $B_1 B_2 = -1$ și unim B_2 cu C_3 găsim $C_3 B_2$ care este a 2-a dreaptă a liniei de influență pentru H_2 .

Prin urmare și liniile de influență ale reacțiunilor orizontale sunt niște linii frânte compuse din câte 2 drepte care se taie pe orizontala articulației.

68. Dacă am duce în fig. 43 o paralelă la dreapta $A_1 A_2$ la o distanță egală cu $AD = K_1$ și am prelungi dreptele $A_1 T_4$ și $A_1 T_5$ până la intersecțiile lor cu această dreaptă vom găsi 2 puncte echidistante dela axa ordonatelor $A_1 E_1$ valoarea absolută a acestor distanțe fiind egală cu 1. (În planșa noastră aceste puncte precum și dreapta paralelă la $A_1 A_2$ nu sunt vizibile poziția lor eșind afară din cadrul hârtiei).

b) Momente de flexiune

69. Să considerăm secțiunea transversală X a arcului (fig. 41) situată între reazămii stâng și articulația intermediară. Fie o forță $P=1$ aplicată la arc într'un punct între A și X . Să însemnăm această poziție cu P_1 . Asupra secțiunii X acționează 2 forțe: Reacțiunea din stânga A și P_1 . Rezultanta acestor două este o forță care are poziția CB iar direcția și intensitatea ei sunt date prin dreapta MM_1 (fig. 42). Din X (fig. 41) ducem perpendiculara XX' pe CB . Momentul va fi egal cu forța MM_1 înmulțită cu distanța XX' adică

$$M_x = MM_1 XX' \quad (122)$$

Prin X mai ducem și o orizontală care taie dreapta CB în punctul X_2 . Triunghiul $XX'X_2$ din figura 41 este asemenea cu triunghiul MM_1M_1' din fig. 42. Prin urmare

$$\frac{X X_1}{X X_2} = \frac{M_1 M_1'}{M M_1} \text{ sau}$$

$$X X' M M_1 = X X_2 M_1 M_1' \quad (123)$$

Comparând ecuațiunea (122) cu (123) vedem că

$$M_x = M_1 M_1' X X_2 \quad (124)$$

cea ce ne arată că *momentul este proporțional cu $M_1 M_1'$ adică cu reacțiunea verticală a orî cărui din reazăme*. Și de oarece linia de influență a reacțiunilor verticale pentru forțele situate între reazămul stâng și secțiune este o dreaptă urmează, din cauza proporționalității de mai sus că și *linia de influență a momentelor de flexiune pentru forțe situate*

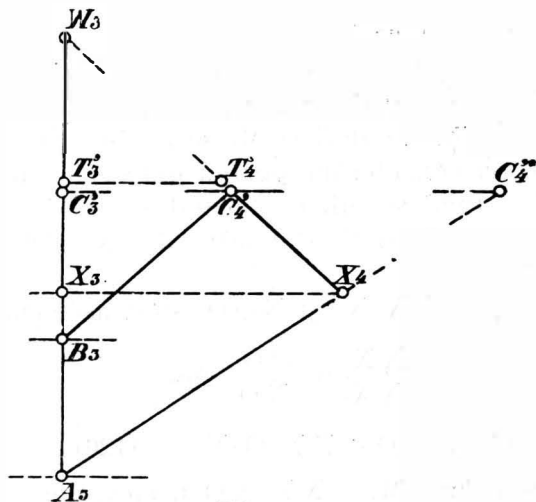


Fig 44

între reazămul stâng și secțiune este tot o dreaptă.

Pentru a găsi 2 puncte ale acestei drepte vom considera 2 pozițiuni extreme ale forței P. Când P este aplicat în A avem $M_x = 0$ iar când P se află în C (presupunând că totuși face parte din seria forțelor aplicate între reazămul stâng și secțiune) avem

$$M_x = X X_2 O O' \quad (125)$$

Prin urmare pentru a avea linia de influență a momentelor de flexiune pentru forțele luate în considerație luăm în fig. 44 o verticală $A_3 W_3$ drept axă, tăiem cu dânsa ori-

zontala secțiunii în X_3 și orizontala articulației în C_3' . Pe aceasta din urmă măsurăm apoi $C_3' C_4'' = X X_2$ și unim A_3 cu C_4'' . Abscisele acestei linii înmulțite cu $O O'$ ne dau momentele cerute. Se înțelege că numai dreapta $A_3 X_4$ (punctul X_4 se găsește pe orizontala secțiunii) este *linia de influență* căutată.

Pentru forțe situate între X și C avem numai reacțiunea A care acționează asupra secțiunii. În acest caz momentul reacțiunii A în raport cu X este egal cu suma algebrică a momentelor reacțiunilor verticale și orizontale, adică:

$$M_x = - A x + H_1 y$$

Pentru aceeași secțiune x și y fiind constante iar A și H_1 fiind funcțiuni lineare în raport cu poziția forței, urmează că și suma sau diferența produselor $A x$ și $H_1 y$ să fie o funcțiune lineară, deci și M_x se poate reprezenta printr-o dreaptă. Să considerăm poziția extremă a lui P cu C , de astădată P fiind socotit ca făcând parte din seria forțelor situate între X și C . Coborâm din X perpendiculara XX'' pe AC .

Triunghiurile $XX'' X_1$ și NOO' sunt asemenea deci

$$\frac{XX''}{XX_1} = \frac{OO'}{NO} \text{ sau}$$

$$XX'' NO = XX_1 OO' \quad (126)$$

De oarece însă $M_x = XX'' NO$ urmează că

$$M_x = XX_1 OO' \quad (127)$$

Prin urmare ducem în fig. 44 pe orizontala articulației $C_3' C_4' = XX_1$ și găsim C_4' care este un punct al liniei de influență, deci dreapta $X_4 C_4'$ este a 2-a dreaptă a liniei de influență.

Analog putem dovedi că dacă P se mișcă dela C la B linia de influență este iarăși o dreaptă care trece prin C_4' și prin B_3 . Prin urmare:

Linia de influență a momentelor de flexiune este o linie frântă compusă din 3 drepte $A_3 X_4 T_4 C_4 B_3$ care își au punctele de intersecție pe orizontala secțiunii și orizontala articulației.

Dacă unim A cu X și tăiem linia de intersecție a reacțiunilor în W_1 (fig. 41) și dacă prelungim $X_1 C_1'$ până la intersecția acestei drepte cu axa verticală în W_3 vom vedea că punctele W_1 și W_3 se găsesc pe aceeași orizontală, căci o forță aplicată în W_1 naște o reacțiune în stânga a cărei poziție coincide cu $A X$ prin urmare momentul ei e zero, deci și abscisa corespunzătoare a liniei de influență trebuie să fie egală cu zero.

Din cele văzute deducem următoarea regulă pentru construirea liniei de influență a momentelor:

Ducem prin secțiune o orizontală și tăiem liniile de intersecție ale reacțiunilor în X_1 și X_2 . Luăm o verticală drept axă și tăiem cu dânsa orizontalele reazămelor, secțiunii și articulației precum și orizontala tangentă în punctele A_3 , B_3 , X_3 , C_3' și T_3' . Dela această axă verticală purtăm pe orizontala articulației distanțele găsite XX_1 și XX_2 și determinăm punctele C_4' și C_4'' (distanțele pozitive le ducem la dreapta, iar pe cele negative la stânga axei). Unim extremitățile acestor distanțe cu A_3 și B_3 adică C_4' care corespunde punctului X_1 situat pe linia de intersecție a reacțiunilor, ce trece prin reazămul A , cu B_3 care corespunde celui alt reazăm și C_4'' ce corespunde punctului X_2 situat pe linia de intersecție a reacțiunilor, ce trece prin B cu A_3 care corespunde reazămului opus A .

Punctul X_4 care se află pe dreapta ce trece prin A_3 adică prin punctul ce corespunde reazămului ce se află de aceeași parte a articulației intermediare cu secțiunea X , și pe orizontala secțiunii, îl unim cu C_4' care corespunde articulației și se află pe dreapta $B_3 C_4'$ ce trece prin cel alt reazăm.

70. In fig. 45 se repetă toate operațiunile pentru linia de influență a momentelor de flexiune a secțiunii Z situate între C și B . Linia de influență este $A_5 C_6 T_6 Z_6 B_5$. Abscisele liniei de influență se vor înmulți și aci cu $O O'$. Punctul W_2 (fig. 41) are același rol ca W_1 pentru secțiunea X , iar W_5 (fig. 45) care se găsește pe aceeași orizontală cu W_2 este analog cu punctul W_3 din fig. 44. Punctele C_6 și C_7 din fig. 45 corespund punctelor Z_2 și Z_1 din fig. 41 iar T_6' se găsește pe orizontala tangentă. Figura fiind destul de explicată nu avem nimic de adăugat.

Dacă considerăm forța P în C ca făcând parte din seria forțelor situate între X și C , rezultanta care lucrează asupra secțiunii este reacțiunea NO . Pe aceasta o descompunem în 2 forțe N_2O și O_2O . Vom avea puterea normală egală cu O_2O . În cazul acesta vedem că O_2O e de semn opus cu O_1O prin urmare măsurăm în fig. 46 $C_7C_8'' = O_2O$ pe partea opusă distanței C_7C_8' și obținem C_8'' care este iar un punct al liniei de influență a puterilor normale iar $C_8'C_8'' =$ cu distanța O_1O_2 .

Este evident că între X și C ori ce forță ne va da, pentru linia de influență a puterilor normale, 2 puncte

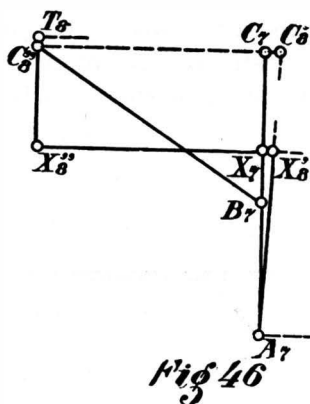


Fig 46

situate pe aceeași orizontală și având între dânsese distanța constantă egală cu $O_1O_2 =$ cu distanța celor 2 paralele duse prin M și N la secțiune. Cu alte cuvinte dacă ducem $C_8''X_8''$ paralel cu A_7C_8' obținem o a 2-a ramură a liniei de influență a puterilor normale.

În fine când forța e situată între C și B rezultanta fiind reacțiunea din stânga ea variază dela NO la zero iar componenta ei paralelă cu tangenta la arc în X variază dela O_2O la zero, deci unim C_8'' cu B_7 și obținem dreapta $C_8''B_7$ care formează partea 3-a a liniei de influență.

Vedem deci că e suficient de a cunoaște C_7C_8' și C_7C_8'' pentru a construi linia de influență a puterilor normale.

Prin urmare deducem următoarea regulă:

Considerăm forța $P = MN = 1$ aplicată în articulația intermediară și determinăm reacțiunile NO și OM . Prin

extremitățile forței MN ducem paralele la secțiune, iar prin polul O perpendiculara $O_1 O_2$ pe ele. Prin aceasta obținem 2 segmente $O_1 O$ și $O_2 O$. Luăm o verticală drept axă și intersectăm cu dânsa orizontalele reazămelor, secției și articulației. Pe orizontala articulației ducem dela axă segmentele găsite $O_1 O$ și $O_2 O$ și unim extremitățile C_8' și C_8'' cu punctele corespunzătoare reazămelor având grijă să unim extremitatea segmentului corespunzător uneia din cele 2 reacțiuni cu reazăm^{ul} opus adică $C_8' A_7$ și C_8'' cu B_7 . Dreapta care trece prin intersecția axei cu orizontala aceluia reazăm ce se află cu secțiunea X de aceeași parte a articulației, taie orizontala secției într'un punct X_8' . Paralela prin C_8'' la $A_7 C_8'$ ne dă punctul X_8'' pe orizontala secției. Linia de influență este poligonul $A_7 X_8' X_8'' C_8'' T_8 G_8'' B_7$ (fig. 46). Punctul T_8 se găsește pe orizontala tangentei și pe dreapta $C_8'' X_8''$.

(Va urma)



N O T E

Calculul bolților la vânt, încărcare excentrică și încălzire neegală a celor două fețe

Profesorul *Mörsch* stabilește în *Beton u. Eisen* din 20 Februarie 1923, cu ajutorul lucrului mecanic de deformare, formulele pentru calculul eforturilor suplimentare a bolților simetrice.

Presiunea vântului fiind simetric repartizată, efectul unei jumătăți de boltă asupra celeilalte, se reduce la un cuplu X cu ax vertical, care împiedică ieșirea secțiunii dela chee din planul vertical de simetrie. Se găsește

$$(1) \quad X = \frac{\int \frac{M}{J} \cos \varphi \, ds - 9 \int T \sin \varphi \frac{b^2 + h^2}{b^3 h^3} \, ds}{\int \frac{\cos^2 \varphi}{J} \, ds + 9 \int \sin^2 \varphi \frac{b^2 + h^2}{b^3 h^3} \, ds},$$

în care M și T sunt momentul încovoetor și momentul de răsucire al forțelor cuprinse între chee și secțiunile cu abscisele X .

Odată X cunoscut, se determină rezistențele suplimentare la încovoere, răsucire și lunecare; aceste din urmă sunt mici, încât suntem scutiți de calculul lor. Verificarea trebuie făcută cu rezistențele principale la tensiune. Efectele vântului, după cum trebuia să ne așteptăm, sunt mai însemnate la bolțile înguste, cu săgeată mare. Formula poate folosi la calculul podurilor în curbă.

Încărcarea excentrică. La poduri cu arce izolate, care

susțin planșeul pe partea lor interioară, se produc rezistențe suplimentare chiar sub greutatea permanentă. Asupra secțiunii dela chee lucrează tot un moment orizontal X , care se determină prin aceeași condiție de deformațiune, deosebit de (1) prin aceea că M și T trebuiesc înlocuiți cu momentul încovoetor și momentul de răsucire, în care se descompune pentru fiecare secțiune momentul forțelor excentrice, luat față de axa longitudinală a bolții.

Temperatura. Urmărilor diferenței de temperatură între fețele bolții, au oarecare analogie cu ale încărcării excentrice. Cuplul suplimentar dela chee, în ipoteza că temperatura se pierde continuu dela o față la alta cu Δt , este

$$X_t = \frac{E \alpha \Delta t \int \frac{\cos \varphi}{b} ds}{\int \frac{\cos^2 \varphi}{J} ds + 9 \int \sin^2 \varphi \frac{b^2 + h^2}{b^3 h^3} ds}$$

La bolți nesimetrice, gradul de nedeterminare statică crește și calculele sunt mai anevoioase.

Inginer C. Burghela



Găsirea ecuației liniilor elastice prin teorema lui Castigliano

Imi propun să aflu o metodă pentru aflarea ecuațiilor liniilor elastice, în diferite cazuri, cu ajutorul teoremei lui Castigliano. Această teoremă îmi dă direct săgețile numai în dreptul sarcinilor; deci când ele sunt concentrate această teoremă nu-mi dă direct săgețile decât într'un număr limitat de secțiuni.

Înainte de a ajunge să rezolv problema în cazul sarcinilor concentrate, să aplic teorema lui Castigliano în cazul sarcinilor continue, unde voi putea direct să aflu ecuația liniei elastice.

Iau deci o grindă și spre simplitate voi presupune că ea e simplu rezemată, deci static determinată. (Dacă ar fi static nedeterminată, voi calcula pe baza deformațiilor aceste elemente static nedeterminate și voi urma apoi aceeași cale ca cea de mai jos).

Încarc grinda cu o sarcină continuă reprezentată în ordonată prin $f(x)$. Fie x , abscisa secțiunii în care vreau să aflu săgeata. După teorema lui Castigliano

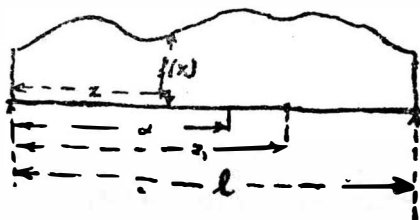
$$\frac{\delta L}{\delta [f(x_1) dx_1]} = y_1 \quad (y_1 = \text{săgeata în secțiunea de abscisă } x_1)$$
$$f(x_1) dx_1 = \text{sarcina din secțiunea unde se caută săgeata.}$$

În cazul nostru al încovoierii

$$L = \frac{1}{2} \int_0^l \frac{M^2}{EI} d\alpha$$

și deci:

$$y_1 = \int_0^l \frac{M}{EI} \alpha \frac{\delta M}{\delta [f_1 dx_1]} d\alpha$$



Momentul încovoietor într'o secțiune de abscisă α e:

$$M\alpha = \frac{\alpha}{l} \int_0^l f(x)(l-x) dx - \int_0^\alpha f(x)(\alpha-x) dx$$

iar derivata:

$$\frac{\delta M}{\delta [f_1 dx_1]} = \frac{\alpha}{l} (l - x_1) \quad 0 \leq \alpha \leq x_1$$

$$\frac{\delta M}{\delta [f_1 dx_1]} = \frac{\alpha}{l} (l - x_1) - (\alpha - x_1) = \frac{x_1}{l} (l - \alpha) \quad x_1 \leq \alpha \leq l$$

Săgeata va fi:

$$y_1 = \frac{1}{EI} \left[\int_0^{x_1} \frac{\alpha^2}{l^2} (l - x_1) d\alpha \int_0^l f(x)(l-x) dx + \int_{x_1}^l \frac{x_1 \alpha}{l^2} (l - \alpha) d\alpha \int_0^\alpha f(x)(\alpha-x) dx - \int_0^{x_1} \frac{\alpha}{l} (l - x_1) d\alpha \int_0^\alpha f(x)(\alpha-x) dx + \int_{x_1}^l \frac{x_1}{l} (\alpha - l) d\alpha \int_0^\alpha f(x)(\alpha-x) dx \right]$$

Ultima integrală se poate înlocui prin:

$$\int_0^{x_1} \frac{x_1}{l} (\alpha - l) d\alpha \int_0^\alpha f(x)(\alpha-x) dx - \int_0^{x_1} \frac{x_1}{l} (\alpha - l) d\alpha \int_0^\alpha f(x)(\alpha-x) dx$$

Strângând cele două integrale, dela o la x_1 , într'un singur termen, expresia săgeții devine:

$$y_1 = \frac{1}{EI} \left[\int_0^{x_1} \frac{\alpha^2}{l^2} (l-x_1) d\alpha \int_0^1 f(x) (l-x) dx + \int_{x_1}^1 \frac{x\alpha}{l^2} (l-\alpha) d\alpha \int_0^1 f(x) (l-x) dx - \int_0^{x_1} (\alpha-x_1) d\alpha \int_0^\alpha f(x) (\alpha-x) dx + \int_0^1 \frac{x_1}{l} (\alpha-l) d\alpha \int_0^\alpha f(x) (\alpha-x) dx \right]$$

Pentru a simplifica aceste expresiuni, voi încerca să schimb ordinea de integrare la toți termenii. La primele două integrale lucrul e simplu:

$$\int_0^{x_1} d\alpha \int_0^1 F(x_1, \alpha) dx + \int_{x_1}^1 d\alpha \int_0^1 F_1(x_1, \alpha) dx = \int_0^1 dx \int_0^{x_1} F(x_1, \alpha) d\alpha + \int_0^1 dx \int_{x_1}^1 F_1(x_1, \alpha) d\alpha$$

Cei doi termeni devin:

$$\int_0^1 f(x) (l-x) (l-x_1) \frac{x_1^3}{3l^2} dx + \int_0^1 f(x) (l-x) \frac{x_1}{l^2} \left[\frac{1}{6} - x_1^2 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{x_1}{3} \right) \right] dx = \int_0^1 \frac{x_1}{6l} (l-x_1) (l+x_1) f(x) (l-x) dx$$

Pentru calculul celorlalți doi termeni observ că ei au aceeași formă, x_1 fiind înlocuit cu l , sau vice-versa; rămâne deci să aflăm pe unul din ei. De oarece la a doua integrare una din limite e variabilă, pentru schimbarea ordinei integrării voi întrebuința identitatea:

$$\int_0^\alpha d\alpha \int_0^\alpha f(x_1, \alpha) dx = \left| \int_0^\alpha dx \int f(x_1, \alpha) d\alpha \right|_{\alpha=0}^{\alpha=a} - \int_0^\alpha dx \int_0^x f(x_1, \alpha) d\alpha$$

care se deduce în mod simplu prin analiză.

În cazul de mai sus voi avea :

$$\begin{aligned} \int_0^1 d\alpha \int_0^\alpha f(x) (a-x) (a-1) dx &= \left| \int_0^\alpha dx \int f(x) (a-x) (a-1) d\alpha \right|_{\alpha=0}^{\alpha=1} \\ &= \int_0^1 dx \int_0^x f(x) (a-x) (a-1) d\alpha = \left| \int_0^\alpha f(x) \left(\frac{a^3}{3} - (x+1) \cdot \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \cdot \frac{a^2}{2} + x1 a \right) dx \right|_{\alpha=0}^{\alpha=1} - \int_0^1 (x) \left(\frac{x^3}{3} - (x+1) \frac{x^2}{2} + x^2 1 \right) dx \\ &= \left| \left(1a - \frac{a^2}{2} \right) \int_0^\alpha f(x) x dx + a^2 \left(\frac{a}{3} - \frac{1}{2} \right) \int_0^\alpha f(x) dx \right|_{\alpha=0}^{\alpha=1} \\ &\quad - \int_0^1 f(x) \frac{x^2}{6} (x-31) dx = \frac{1^2}{2} \int_0^1 f(x) x dx - \frac{1^3}{6} \int_0^1 f(x) dx - \\ &\quad \int_0^1 f(x) \frac{x^2}{6} (x-31) dx = \int_0^1 \frac{(1-x)^3}{6} f(x) dx \end{aligned}$$

Deci

$$(1) \quad y_1 = \frac{1}{EI} \times \frac{1}{61} \left[x_1 (1-x_1) (1+x_1) \int_0^1 (1-x) f(x) dx \right. \\ \left. - x_1 \int_0^1 f(x) (1-x)^3 dx + 1 \int_0^{x_1} f(x) (x_1-x)^3 dx \right]$$

e formula care îmi dă săgeata pentru o încărcare oarecare, într'o secțiune oarecare, la o grindă simplu rezemată.

De exemplu : dacă fac $f(x) = p = ct \quad x_1 = \frac{1}{2}$

$$y_1 = \frac{1}{EI} \times \left[\frac{1}{2.6} \frac{1}{2} \frac{31}{2} \frac{p1^2}{2} - \frac{1}{2.6} \frac{1^4}{4} + \frac{1}{6} \frac{1^4}{4.2^4} \right] = \frac{p1}{EI} \frac{1^3}{2^7 3} [12-2+1]$$

$$y_1 = \frac{p1}{EI} \frac{51^3}{384} \text{ rezultat aflat și pe alte căi.}$$

Pentru a trece la sarcinile concentrate observ că ele sunt un caz particular al sarcinilor continue și anume când $f(x)$ e o funcție discontinuă.

Deci formula (1) de mai sus se aplică și în acest caz.

De exemplu când am avea o sarcină P la mijlocul grinzii, putem spune că $f(x)$ e nul tot timpul afară de cazul când $x = \frac{1}{2}$, pentru care $f(x)$ devine P .

Deci dacă vrem să aflăm linia elastică în acest caz, înlocuim în (1) valoarea lui $f(x)$:

$$y_1 = \frac{1}{EI} \left[\frac{x_1}{6l} (1-x_1)(1+x_1) P \frac{l}{2} - \frac{x_1}{6l} P \frac{l^3}{2^3} \right] =$$

$$\frac{Pl^3}{EI} \frac{1}{16} \left[\frac{x_1}{l} - \frac{4}{3} \frac{x_1^3}{l^3} \right]$$

și aflăm iar o ecuație cunoscută.

(Termenul al treilea din (1) e zero când se presupune $x_1 < \frac{1}{2}$).

Tot astfel se procedează când ar fi mai multe sarcini concentrate pe grindă; se află o serie de ecuații pentru fiecare interval dintre două sarcini.

Se obțin în acest mod rezultate cu continuitate dintr'o teoremă care s'ar părea că se aplică numai pentru câteva poziții.

T. A. Tănăsescu

anul IV B,

Politehnica din București

INGINER
L. POMPONIU

BUCUREȘTI

Telef. 47/44 Str. Berzei, 98 Telef. 47/44

o o o

Specialitate de Lucrări
de

BETON ARMAT

o o o

Execută

Lucrări prin întreprinderi de :

Poduri, Căi Ferate,
Șosele, Fabrici,
Silozuri, Castele de
Apă, Planșeuri în
B e t o n A r m a t,
Diferite instalații
mecanice

o o o

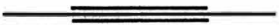
Numeroase referințe de lucrări
executate și în curs de execuție

BULETINUL SOCIETĂȚII POLITECNICE



ANUL XXXVII

1923



Art. 34 din Statute: Societatea nu este răspunzătoare de păreriile autorilor articolelor publicate în buletinele sale.

REDACȚIA BULETINULUI: BUCUREȘTI, STRADA EPISCOPIEI, No. 2

Flambajul grinzilor prin încovoiere

GH. EM. FILIPESCU

Inginer, Profesor la Școala Politehnică
din București

O grindă supusă la încovoiere poate să reziste foarte bine dacă rezistențele interioare nu trec peste limitele admisibile. Aceasta nu înseamnă că stabilitatea ei este asigurată. Chestiunea este analoagă cu aceea a flambajului pieselor prin compresiune, căci și la aceste piese dacă rezistența la compresiune nu este întrecută aceasta nu înseamnă că bara comprimată are o pozițiune de echilibru.

Chestiunea aceasta a agitat mai de mult lumea inginerescă și din punct de vedere teoretic i s'a dat o soluțiune.

Mersul obișnuit în rezolvarea acestei probleme este următorul:

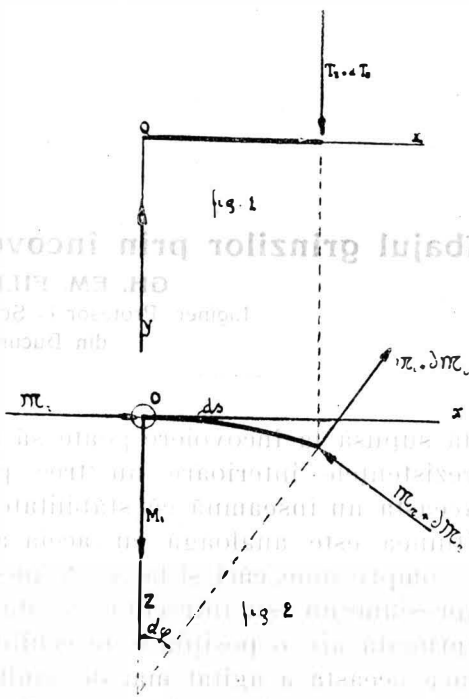
Se presupune că bara a părăsit poziția ei normală de echilibru, ocupând o pozițiune vecină primei pozițiuni.

În funcțiune de elementele acestei deformațiuni se deduc forțele și momentele ce solicită grinda în aceasta pozițiune. În funcțiune de acestea se obține o ecuație diferențială.

Vom căuta în cele ce urmează să obținem această ecuație diferențială, pe altă cale decât aceea dată de Prandl și citată în Lorenz, Föppl sau Timocenko, citată în Annales des Ponts et Chaussées și Zeitschrift für Physik und mathematik.

Pentru aceasta ne vom baza pe următoarea teoremă cunoscută: La o bară curbă, derivata momentului de răsu-

cire în o secțiune oarecare în raport cu unghiul φ este egală cu momentul încovoietor din acea secțiune. Iată și demonstrația acestei simple teoreme. Presupunem că avem



o bucată de bară curbă pe care o raportăm la un sistem de axe de coordonate așa fel ca planul $z O x$ să fie planul osculator al curbei. După normele admise în rezistența materialelor vom avea la extremitățile acestui element de bară curb momentele încovoietoare m_i și de răsucire m_r .

După axa Oy vom avea și forțele tăietoare T_z și $T_z + dT_z$.

Să proiectăm toate momentele după axa Ox .

Vom avea:

$$m_r - m_r - dm_r + (m_i + dm_i) d\varphi = 0.$$

De momentul după axa Ox produs de forța tăietoare nu ținem seamă căci are ca valoare

$$(T + dT) \varphi (1 - \cos d\varphi) \approx T \varphi \frac{d\varphi^2}{2} = \frac{1}{2} T ds d\varphi$$

infinit mic de ordin superior față de celelalte cantități. Pentru forțele ce ar exista pe intervalul ds momentul lor va fi în totdeauna mai mic ca cel produs de forțele tăietoare.

Așa încât vom avea

$$m_i = \frac{d m_r}{d \varphi} \quad \text{sau} \quad \frac{m_i}{\varrho} = \frac{d m_r}{ds}.$$

Să trecem acum la chestiunea care ne interesează.

O grindă supusă la încovoiere când flambează sub acțiunea forțelor verticale, părăsește planul vertical în care se găsește și afectează o formă curbă oarecare. Axa piesei care înainte era dreaptă și coprinsă în un plan vertical după deformație va fi o curbă oarecare în spațiu. Sistemul de axe de coordonate oxy solidar cu elementele secțiunii (oy și oz dirijate după axele principale ale secțiunii, și ox după axa piesei) după deformațiune vor ocupa o pozițiune oarecare.

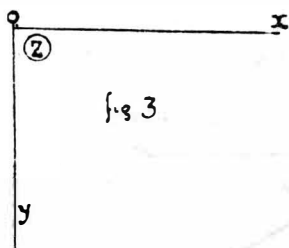


fig 3

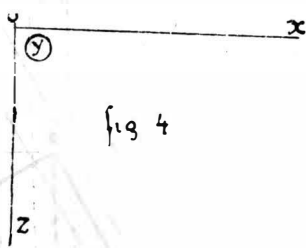


fig 4

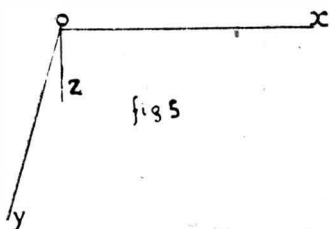


fig 5

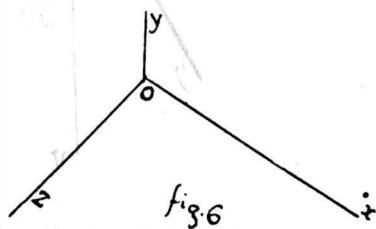


fig 6

Centrul de greutate al unei secțiuni se va deplasa în sens vertical și orizontal cu cantitățile v și w , iar direcțiunea tangentei la fibra medie va fi fixată prin $\frac{dv}{dx}$ și $\frac{dw}{dx}$. Axele Oyz după deformație vor fi perpendiculare pe tan-

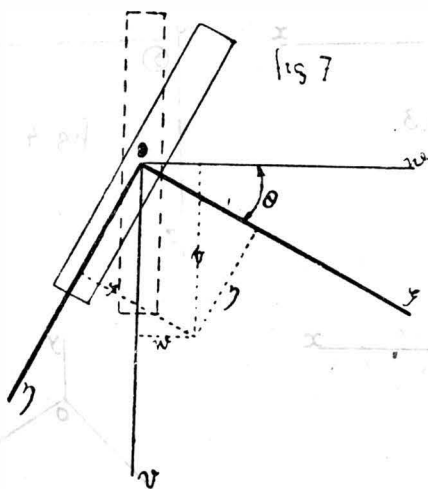
genta la fibra medie și se vor fi rotit în jurul ei cu un unghi Θ .

Dacă u , v , w , sunt deplasările unui punct în cele trei direcțiuni: axa piesei înainte de deformare, în sens vertical și în sens orizontal, și ξ , η , ζ , aceleași deplasări după tangenta la fibra medie deformată după deformațiune și după axele $o y$ și $o z$, atunci între aceste deplasări există relațiunile de mai la vale.

Din cauză că noi ne ocupăm de sarcina de flambaj deci de sarcina critică care produce acest flambaj, ne vom ocupa numai de deformațiunile foarte mici și ca atare suntem îndreptățiți a face oarecare simplificări și anume

$$\xi \approx u, \quad \frac{d\xi}{dx} \approx \frac{du}{dx} \approx 0.$$

Avem



$$v = \eta \cos \Theta + \zeta \sin \Theta = \eta + \Theta \cdot \zeta$$

$$w = \zeta \cos \Theta - \eta \sin \Theta = \zeta - \Theta \eta$$

$$\frac{dv}{dx} = \frac{d\eta}{dx} + \Theta \frac{d\zeta}{dx} + \zeta \frac{d\Theta}{dx}$$

$$\frac{dw}{dx} = \frac{d\zeta}{dx} - \Theta \frac{d\eta}{dx} - \eta \frac{d\Theta}{dx}$$

$$\frac{d^2 v}{dx^2} = \frac{d^2 \eta}{dx^2} + \Theta \frac{d^2 \zeta}{dx^2} + 2 \frac{d\Theta}{dx} \frac{d\zeta}{dx} + \zeta \frac{d^2 \Theta}{dx^2}$$

$$\frac{d^2 w}{dx^2} = \frac{d^2 \zeta}{dx^2} - \Theta \frac{d^2 \eta}{dx^2} - 2 \frac{d\Theta}{dx} \frac{d\eta}{dx} - \eta \frac{d^2 \Theta}{dx^2}$$

Pentru centrul de greutate care are sistemul de axe de coordonate $oxyz$ fixat de secțiune avem

$$\eta = \zeta = 0 \quad \frac{d\eta}{dx} = \frac{d\zeta}{dx} = 0.$$

și deci

$$(1) \quad \frac{d^2 v}{dx^2} = \frac{d^2 \eta}{dx^2} + \Theta \frac{d^2 \zeta}{dx^2}$$

$$\frac{d^2 w}{dx^2} = \frac{d^2 \zeta}{dx^2} - \Theta \frac{d^2 \eta}{dx^2}$$

Pentru deformațiunile după axele oy și Oz avem

$$E I_y \frac{d^2 \zeta}{dx^2} = M_y.$$

$$E I_z \frac{d^2 \eta}{dx^2} = -M_z.$$

Dacă forțele sunt verticale atunci momentul lor într'o secțiune este orizontal și dirijat după axa ow . După axele oz , și oy momentele vor fi, descompunând pe M ,

$$M_z = M \cos \Theta = \infty M$$

$$M_y = M \sin \Theta = \infty M \Theta.$$

și deci

$$E I_y \frac{d^2 \zeta}{dx^2} = M \Theta$$

$$E I_z \frac{d^2 \eta}{dx^2} = -M.$$

cari introduse în (1) ne dau

$$\frac{d^2 v}{dx^2} = -\frac{M}{E I_z} + \Theta \frac{M \Theta}{E I_y} = -\frac{M}{E} \left[\frac{1}{I_z} - \frac{\Theta^2}{I_y} \right]$$

$$\frac{d^2 w}{dx^2} = \frac{M \Theta}{E I_y} + \Theta \frac{M}{E I_z} = \frac{M}{E} \Theta \left[\frac{1}{I_y} + \frac{1}{I_z} \right]$$

$$\text{sau} \quad \frac{d^2 w}{dx^2} = - \frac{M}{E I_z} \left[1 - \frac{I_z}{I_y} \Theta^2 \right]$$

(2)

$$\frac{d^2 w}{dx^2} = \frac{M \Theta}{E I_y} \left[1 + \frac{I_y}{I_z} \right]$$

o y z se înclină, datorită existenței unui moment de răsucire dat de relația

$$\omega_x = \frac{M_r}{G I_p}$$

Însă

$$\omega_x = - \frac{d \Theta}{dx}$$

și deci

$$\frac{d^2 \Theta}{dx^2} = - \frac{1}{G I_p} \cdot \frac{d M_r}{dx},$$

care în virtutea teoremei demonstrate la început ne va da

$$\frac{d^2 \Theta}{dx^2} = - \frac{1}{G I_p} \cdot \frac{M_i}{\zeta_z} = - \frac{1}{G I_p} \cdot \frac{M^2 \Theta}{E I_y} \left(1 + \frac{I_y}{I_z} \right).$$

$$\text{sau} \quad \frac{d^2 \Theta}{dx^2} + \frac{M^2 \Theta}{G E I_y I_p} \left(1 + \frac{I_y}{I_z} \right) = 0.$$

Dacă se neglijează ca de obicei raportul $\frac{I_y}{I_z} = 0$, avem ecuația

$$\frac{d^2 \Theta}{dx^2} + \frac{M^2}{E G I_y I_p} \Theta = 0.$$

În mod general noi vom integra această ecuație și cunoscând condițiile limite pentru Θ și $\frac{d \Theta}{dx}$ vom putea determina cele două constante.

Se poate întâmpla să nu putem găsi ușor condițiile ce trebuie să îndeplinească Θ . Atunci vom afla pe ζ în modul următor. Avem

$$\frac{d^2 \Theta}{dx^2} = - \frac{1}{G I_p} \cdot M_z \frac{d^2 \zeta}{dx^2}$$

sau

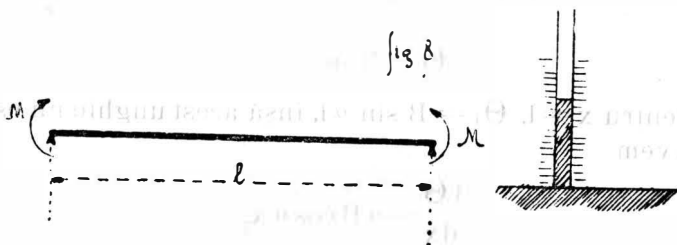
$$\frac{d^2 \zeta}{dx^2} = - G I_p \frac{1}{M_z} \frac{d^2 \Theta}{dx^2} = - \frac{G I_p}{M_z} \frac{d^2 \Theta}{dx^2}$$

M_z fiind cunoscut, $\frac{d\Theta}{dx}$ de asemenea, vom putea prin integrări mai mult sau mai puțin complicate deduce pe ζ , și fixa astfel condițiile la limite.

De obicei nu vom avea nevoie de așa ceva.

Vom integra ecuația diferențială stabilită în câteva cazuri simple.

Să presupunem că avem o grindă supusă la extremitățile sale la un moment $M_z = M = \text{ct.}$



Să notăm în acest caz

$$\frac{M^2}{E G I_y I_p} = \alpha^2$$

ecuația va fi

$$\frac{d^2 \Theta}{dx^2} + \alpha^2 \Theta = 0$$

și deci $\Theta = A \cos \alpha x + B \sin \alpha x$.

Să presupunem că grinda este fixată la cele două extremități așa că axa oy rămâne verticală; în acest caz pentru $x=0$, $\Theta=0$

deci $A=0$.

și deci $\Theta = B \sin \alpha x$.

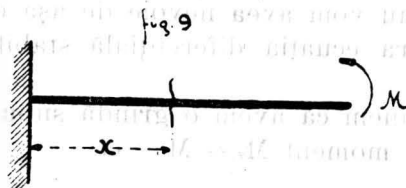
și pentru $x=l$, $\Theta=0$ deci

$\Theta = B \sin \alpha l$, și cum $B \neq 0$, trebuie
 $\sin \alpha l = 0$, deci $\alpha l = \pi$

$$\frac{M l}{\sqrt{E G I_y I_p}} = \pi$$

$$\text{deci } M = \frac{\pi \sqrt{E G I_y I_p}}{l}$$

Să presupunem că avem o grindă încastrată la o extremitate și liberă la cealaltă și supusă la un moment M avem pentru $x = 0$ $\Theta = 0$.



$$\Theta = B \sin \alpha x.$$

Pentru $x = l$, $\Theta_1 = B \sin \alpha l$, însă acest unghi nu este 0. Avem

$$\frac{d\Theta}{dx} = \alpha B \cos \alpha x.$$

pentru $x = 0$ $\frac{d\Theta}{dx} = \alpha B$ pentru $x = l$, $\frac{d\Theta}{dx} = \alpha B \cos \alpha l$.

Pentru $x = l$ $M_r = 0$, pentru că acolo este extremitatea liberă a grinzii și deci $\omega_x = \frac{d\Theta}{dx} = 0$.

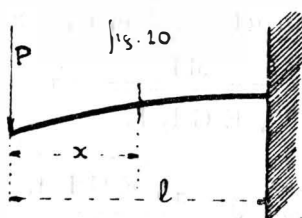
Așa dar

$$\alpha l = \frac{\pi}{2}$$

$$M = \frac{\pi \sqrt{E G I_y I_p}}{2 l}$$

Să trecem la alt caz.

Să presupunem că avem o grindă încastrată la o extremitate și acționată de o forță P la cealaltă extremitate



Expresia lui M este $P x$, sau dacă notăm cu $m = P l$ adică momentul maxim atunci

$$M = m \frac{x}{l}$$

atunci avem

$$\frac{d^2 \Theta}{dx^2} + \frac{m^2}{l^2 E I_y G I_p} x^2 \Theta = 0.$$

Notăm

$$\alpha^2 = \frac{m^2}{l^2 E I_y G I_p}$$

și avem

$$\frac{d^2 \Theta}{dx^2} + \alpha^2 x^2 \Theta = 0$$

cu condiția ca pentru :

$x=l$ Θ să fie nul, iar $x=0$, $\frac{d \Theta}{dx}$ să fie de asemenea nul.

Pentru a integra această ecuație vom pune

$$\Theta = A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3 + A_4 x^4 + \dots$$

$$\frac{d^2 \Theta}{dx^2} = 1.2 A_2 + 2.3 A_3 x + 3.4 A_4 x^2 + \dots$$

cari introduse în ecuația diferențială ne dă

$$s = 1.2 A_2 + 2.3 A_3 x + 3.4 A_4 x^2 + 4.5 A_5 x^3 + 5.6 A_6 x^4 + \dots$$

$$\alpha^2 A_0 x^2 + \alpha^2 A_1 x^3 + \alpha^2 A_2 x^4 + \dots$$

și deci

$$A_2 = 0$$

$$A_3 = 0$$

$$3.4 A_4 + \alpha^2 A_0 = 0$$

$$4.5 A_5 + \alpha^2 A_1 = 0$$

$$\vdots$$

$$\therefore A_n = - \frac{\alpha^2}{n(n-1)} A_{n-2}$$

$$(n-1)n A_n + \alpha^2 A_{n-2} = 0.$$

$$\Theta = A_0 \left[1 - \frac{\alpha^2 x^4}{3.4} + \frac{\alpha^4 x^8}{3.4.7.8} - \frac{\alpha^6 x^{12}}{3.4.7.8.11.12} + \dots \right]$$

$$+ A_1 x \left[1 - \frac{\alpha^2 x^4}{4.5} + \frac{\alpha^4 x^8}{4.5.8.9} - \frac{\alpha^6 x^{12}}{4.5.8.9.12.13} + \dots \right]$$

$$\text{sau } \Theta = A_0 \varphi_x + A_1 x \psi_x$$

$$\text{și } \frac{d\Theta}{dx} = A_0 \varphi'_x + A_1 x \psi'_x + A_1 \psi_x$$

Cum pentru $x=0$ $\frac{d\Theta}{dx}=0$, urmează $A_1=0$ și pentru $x=l$ $\Theta=0$, urmează $\varphi_1=0$.

și deci

$$1 - \frac{(\alpha l^2)^2}{3.4} + \frac{(\alpha l^2)^4}{3.4.7.8} - \frac{(\alpha l^2)^6}{3.4.7.8.11.12} + \dots = 0.$$

care este nulă pentru $(\alpha l^2)^2 = 16,10$

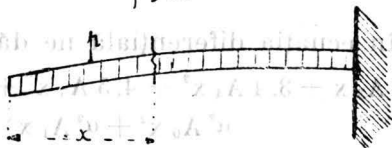
$$\text{sau } \alpha l^2 = 4,016$$

$$\text{și deci } m = \frac{4.0126 \sqrt{E G I_y I_p}}{l}$$

Pentru secții dreptunghiulare

$$P = \frac{1.363}{l^2} E I_y$$

fig. 11.



Să presupunem că avem o grindă încărcată cu o sarcină uniform distribuită pe o grindă încastrată la o extremitate.

Vom avea

$$M_z = M = p \frac{x^2}{2}, \text{ și } m \text{ max} = \frac{1}{2} p l^2$$

$$\text{și deci } M_z = m \text{ max } \frac{x^2}{l^2}$$

$$\frac{M^2}{E I_y G I_p} = \frac{m^2 x^4}{l^4 E G I_y I_p} = \alpha^2 x^4$$

$$\text{în care } \alpha^2 = \frac{m^2}{l^4 E G I_y I_p}$$

Vom avea

$$\frac{d^2 \Theta}{dx^2} + \alpha^2 x^4 \Theta = 0.$$

Procedând în mod cu totul analog ca în exemplul precedent, vom avea :

$$\Theta = 1.2 A_2 + 2.3 A_3 x + 3.4 A_4 x^2 + 4.5 A_5 x^3 + 5.6 A_6 x^4 + 6.7 A_7 x^5 + \dots \\ + \alpha^2 A_0 x^4 + \alpha^4 A_1 x^5 + \dots$$

$$A_2 = 0$$

$$A_3 = 0$$

$$A_4 = 0$$

$$A_5 = 0$$

$$5.6 A_6 + \alpha^2 A_0 = 0$$

$$6.7 A_7 + \alpha^2 A_1 = 0$$

$$\vdots$$

$$(n-1)n A_n + \alpha^2 A_{n-6} = 0$$

$$\therefore A_n = -\frac{\alpha^2 A_{n-6}}{(n-1)n}$$

$$\Theta = A_0 \left[1 - \frac{(\alpha x^3)^2}{5.6} + \frac{(\alpha x^3)^4}{5.6.11.12} - \frac{(\alpha x^3)^6}{5.6.11.12.17.18} + \dots \right]$$

$$A_1 x \left[1 - \frac{(\alpha x^3)^2}{6.7} + \frac{(\alpha x^3)^4}{6.7.12.13} - \frac{(\alpha x^3)^6}{6.7.12.13.18.19} + \dots \right]$$

sau

$$\Theta = A_0 \varphi(x) + A_1 n \psi(x).$$

$$\frac{d\Theta}{dx} = A_0 \varphi'(x) + A_1 x \psi'(x) + A_1 \psi(x).$$

Pentru $x=0$, $\frac{d\Theta}{dx}$ deci $A_1 = 0$ și pentru $x=l$

$\Theta = 0$ și deci $\varphi(l) = 0$, sau

Valoarea cea mai mică care anulează seria

$$1 - \frac{(\alpha l^3)^2}{5.6} + \frac{(\alpha l^3)^4}{5.6.11.12} - \dots = 0$$

este $(\alpha l^3)^2 = 41,3$

și deci

$$\frac{m^2 l^6}{l^4 E G I_y I_p} = 41,3$$

$$m = \frac{41,3 E G I_y I_p}{l^2}$$

și deci

$$m = \frac{6,43 \sqrt{E G I_y I_p}}{l}$$

Raportul între cele 2 momente în cazul când sarcina este uniform distribuită și concentrată este

$$6,43 : 4,016 = 1,6$$

sau invers

$$4,016 : 6,43 = 0,624$$

Momentul ce poate suporta o grindă din o sarcină concentrată va fi

$$m = \frac{4,016}{l} \sqrt{E G I_y I_p}$$

din care se va scădea echivalentul momentului redus la o sarcină concentrată și anume

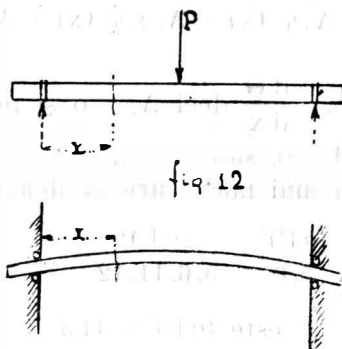
$$0,624 \frac{6,43}{l} \sqrt{E G I_y I_p}$$

deci

$$m_i = \frac{4,016}{l} \sqrt{1 - 0,624}$$

Să considerăm un alt caz.

O grindă simplu rezemată acționată de o sarcină la mijloc P și așa aranjată ca să nu se încline pe reazim deci pe reazim să avem $\Theta = 0$ iar la mijloc vom avea $\frac{d\Theta}{dx} = 0$.



$$m_{\max} = \frac{1}{4} P l \quad M_x = \frac{1}{2} P x \quad M_x^2 = \frac{1}{4} P^2 x^2 = m_{\max}^2 \frac{4}{l^2} x^2$$

Ecuatia diferențială va fi

$$\frac{d^2 \Theta}{dx^2} + \alpha^2 x^2 \Theta = 0$$

în care

$$\frac{4 m_{\max}^2}{l^2 E G I_y I_p} = \alpha^2$$

ecuație identică cu prima ce am tratat-o la început, care ne-a dat

$$\Theta = A_0 \varphi_x(x) + A_1 x \psi(x)$$

$$\frac{d \Theta}{dx} = A_0 \varphi_x'(x) + A_1 x \psi'(x) + A_1 \psi(x).$$

Pentru $x=0$ $\Theta=0$ deci $A_0=0$.

Pentru $x=\frac{l}{2}$ trebuie $\frac{d \Theta}{dx}=0$ și deci

$$A_1 \left[\frac{1}{2} \psi' \left(\frac{l}{2} \right) + \psi \left(\frac{l}{2} \right) \right] = 0.$$

sau

$$0 = 1 - \frac{(\alpha x^2)^2}{4} + \frac{(\alpha x^2)^4}{4 \cdot 5 \cdot 8} - \frac{(\alpha x^2)^6}{4 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 12} + \frac{(\alpha x^2)^8}{4 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 12 \cdot 13 \cdot 16} - \frac{(\alpha x^2)^{10}}{4 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 12 \cdot 13 \cdot 16 \cdot 17 \cdot 20} + \dots$$

care este nulă pentru

$$\left(\alpha \frac{l^3}{4} \right)^2 = 4,485 \quad \frac{\alpha l^3}{4} = 2,1178.$$

$$m = \frac{4,23}{l} \sqrt{E G I_y I_p}.$$

Aceiaș chestiune când am avea de a face cu o sarcină uniform distribuită

În acest caz

$$M = \frac{1}{2} p x (l-x) + \frac{1}{8} p l^2 \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) = m = \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right).$$

și deci

$$\frac{d^2\Theta}{dx^2} + \frac{16m^2 \left(\frac{x}{l}\right)^2 \left(1 - \frac{x}{l}\right)^2}{E G I_y I_p} \Theta = 0.$$

Punem $\frac{x}{l} = t$ $\frac{dt}{dx} = \frac{1}{l}$

$$\frac{d\Theta}{dx} = \frac{d\Theta}{dt} \cdot \frac{dt}{dx} = \frac{d\Theta}{dt} \cdot \frac{1}{l}$$

$$\frac{d^2\Theta}{dx^2} = \frac{d^2\Theta}{dt^2} \cdot \frac{1}{l^2}$$

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{16l^2m^2}{E G I_y I_p} t^2 (1-t)^2 \Theta = 0.$$

Punem $\alpha = \frac{4lm}{\sqrt{E G I_y I_p}}$

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} = \alpha^2 t^2 (1-t)^2 \Theta = 0.$$

cu condiția ca pentru $x=0$, sau $t=0$ să avem $\Theta=0$

și » $x = \frac{l}{2}$ » $t = 1/2$ $\frac{d\Theta}{dt} = 0$

Făcând aceleași calcule însă mult mai complicate pentru acest caz se găsește $\alpha = 13,27$
ceiace ne dă

$$m = \frac{3,586}{l} \sqrt{E I_y G I_p} = \frac{3,6}{l} \sqrt{E I_y G I_p}$$

(Cifra 3,586 s'a determinat ținând cont numai de primii 13 termeni din valoarea lui Θ).

Aplicații bazate pe elipsele lui Reye

N. PROFIRI

Inginer-șef

1. Să considerăm un sistem de trei puncte M_i de arie $\frac{\Omega}{3}$, echivalent cu o secție de arie Ω în ce privește momentele de inerție de gradul al doilea. Triunghiul $M_1 M_2 M_3$ format de cele trei puncte M_i este înscris în elipsa primară *Reye*, după cum am demonstrat într'un articol precedent¹⁾. Fie S aria acestui triunghi.

Ne propunem a demonstra că oricare ar fi trtunghiul $M_1 M_2 M_3$ înscris în elipsa primară *Reye* și cu centrul de greutate în centrul elipsei, acel triunghi are suprafața S constantă și anume:

$$S^2 = \frac{27}{4} a^2 b^2 \quad (1)$$

în care a și b sunt semiaxele elipsei centrale de inerție *Culmann*.

Iată câteva demonstrații ale teoremei enunțate.

a) În funcție de coordonatele punctelor M_i , vom avea:

$$2S = \pm (x_1 y_2 + x_2 y_3 + x_3 y_1 - x_2 y_1 - x_3 y_2 - x_1 y_3).$$

Din sistemul (I) de ecuații stabilit la Nr. 2 al articolului citat, deducem egalitatea:

$$x_1 y_2 + x_2 y_3 + x_3 y_1 = - (x_1 y_3 + x_2 y_1 + x_3 y_2).$$

¹⁾ «Buletinul» No. 1—3, 1923, pag. 51—71.

Deci:

$$S = \pm (x_1 y_2 + x_2 y_3 + x_3 y_1) = \mp (x_1 y_3 + x_2 y_1 + x_3 y_2) \quad (2)$$

Multiplicând ultimele două ecuații ale sistemului (I), obținem :

$$(x_1^2 y_1^2 + x_2^2 y_2^2 + x_3^2 y_3^2) + (y_1^2 x_2^2 + y_2^2 x_3^2 + y_3^2 x_1^2) + (y_1^2 x_3^2 + y_2^2 x_1^2 + y_3^2 x_2^2) = 9 a^2 b^2 \quad (3)$$

Ridicând la patrat ecuațiile de mai sus (2) și a treia ecuație a sistemului (I), și apoi adunând și ținând seamă de relația precedentă (3), căpătăm :

$$27 a^2 b^2 = 4 S^2$$

b) Să procedăm servindu-ne de relațiile stabilite la Nr. 11 al articolului citat. Insemnăm cu μ_1 , μ_2 și μ_3 laturile triunghiului $M_1 M_2 M_3$ și cu h_1 , h_2 și h_3 , înălțimile lui. Și vom avea :

$$S^2 = \frac{\mu_1^2 h_1^2}{4} \quad (4)$$

Apoi,

$$\mu_1^2 = (x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2 = 3 [2(a^2 + b^2) - (x_1^2 + y_1^2)] \quad (5)$$

Ecuatia dreptei $M_2 M_3$, ca antipolară punctului M_1 , este :

$$\frac{x x_1}{b^2} + \frac{y y_1}{a^2} + 1 = 0.$$

Ținând seamă și de ecuația elipsei primare *Reye* :

$$\frac{x_1^2}{2 b^2} + \frac{y_1^2}{2 a^2} = 1, \quad (6)$$

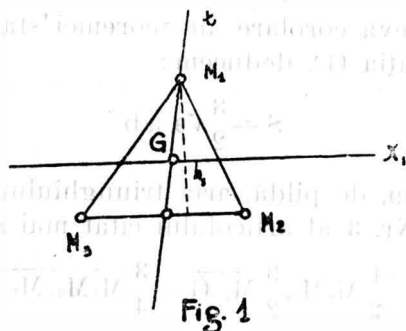
găsim pentru h_1 valoarea :

$$h_1^2 = \frac{(a^2 x_1^2 + b^2 y_1^2 + a^2 b^2)^2}{(a^4 x_1^2 + b^4 y_1^2)} = \frac{9 a^4 b^4}{a^4 x_1^2 + b^4 y_1^2} \quad (7)$$

Ducând valorile pentru μ_1^2 și h_1^2 din (5) și (6), în relația (4) și ținând seamă și de ecuația (6), — obținem :

$$S^2 = \frac{27}{4} a^2 b^2$$

c) Vom demonstra teorema cu ajutorul proprietăților momentelor de inerție, raportându-ne la figura 1.



Ducem prin G axul Gx_1 paralel cu latura $M_2 M_3$ și notăm axul GM_1 cu Gt . Sistemul de axe $x_1 Gt$ va fi un sistem de axe conjugate.

Vom avea, ca mai sus,

$$S^2 = \left(\frac{\mu_1 h_1}{2} \right)^2.$$

Momentele ecuatoriale de inerție față de axul Gx_1 ne dau :

$$J_{x_1} = 2 \frac{\Omega}{3} \left(\frac{h_1}{3} \right)^2 + \frac{\Omega}{3} \left(\frac{2h_1}{3} \right)^2 = \frac{2}{9} \Omega h_1^2 \quad (8)$$

Iar momentele ecuatoriale față de axul Gt ne dau, în sistemul conjugat $x_1 Gt$:

$$J_{t'} = 2 \frac{\Omega}{3} \left(\frac{\mu_1}{2} \right)^2 \quad (9)$$

Făcând produsul relațiilor (8) și (9), obținem :

$$J_{x_1} J_{t'} = \frac{4}{27} S^2 \Omega^2$$

Dar după o relație generală a momentelor de inerție, .
avem :

$$J_{x_1} J_{t'} = a^2 b^2 \Omega^2$$

Prin urmare :

$$S^2 = \frac{27}{4} a^2 b^2$$

2. Iată câteva corolare ale teoremei stabilite.

a) Din relația (1), deducem :

$$S = \frac{3}{2} \sqrt{3} a b$$

Să evaluăm, de pildă, aria triunghiului $M_1 M_2 M_3$ din figura 2, dela Nr. 3 al articolului citat mai sus.

$$S = \frac{1}{2} \overline{M_2 M_3} \cdot \frac{3}{2} \overline{M_1 G} = \frac{3}{4} \overline{M_2 M_3} \cdot \overline{M_1 G}$$

Dar pentru dreptunghiul de dimensiuni m și h , am stabilit la acelaș Nr.:

$$\overline{M_1 G} = \frac{h}{\sqrt{6}}; \overline{M_2 M_3} = \frac{m}{\sqrt{2}}; a^2 = \frac{h^2}{12}; b^2 = \frac{m^2}{12}$$

Deci :

$$S = \frac{3}{4} \frac{m h}{\sqrt{12}} = \frac{3 \sqrt{12}}{4} \left(\frac{m}{\sqrt{12}} \right) \left(\frac{h}{\sqrt{12}} \right) = \frac{3 \sqrt{3}}{2} a b$$

β) Toate triunghiurile înscrise într'o elipsă cu semi-axe a_1 și b_1 , triunghiuri cu centrul de greutate în centrul elipsei, au aceiaș suprafață:

$$S_1^2 = \frac{27}{16} a_1^2 b_1^2$$

Pentru demonstrație, vom face în relație (1):

$$a_1 = a \sqrt{2}; b_1 = b \sqrt{2}$$

γ) Un triunghi oarecare, de arie Ω , se poate înlocui prin sistemul de trei puncte M_i ocupând mijloacele laturilor. Aria triunghiului $M_1 M_2 M_3$ este în acest caz :

$$S = \frac{\Omega}{4}$$

Ducând această valoare în relația (1), căpătăm :

$$a^2 b^2 = \frac{1}{108} \Omega^2$$

Sau dacă însemnăm cu A și B momentele ecuatoriale maxim și minium:

$$A \cdot B = \frac{1}{108} \Omega^4$$

3. Să considerăm un sistem de trei puncte M_i de arii egale, echivalent cu o secție dată Ω , în ce privește calculul momentelor de inerție. Să luăm momentul polar față de centrul de greutate G al secției Ω :

$$J_G = (a^2 + b^2) \Omega = \frac{\Omega}{3} \left[(x_1^2 + y_1^2) + (x_2^2 + y_2^2) + (x_3^2 + y_3^2) \right]$$

De unde:

$$\Sigma x_i^2 + \Sigma y_i^2 = 3(a^2 + b^2)$$

Acest rezultat se putea obține imediat prin adunarea ultimelor două relații ale sistemului (I).

Prin urmare: suma patratelor distanțelor celor trei puncte M_i la centrul de greutate G este constantă.

Pentru elipsă, putem spune: La un triunghi înscris în o elipsă și cu centrul lui de greutate în centrul elipsei, suma patratelor razelor celor trei vârfuri este constantă și face $\frac{3}{2}(a^2 + b^2)$, a_1 și b_1 fiind semiaxe elipsei.

4. Când secția considerată Ω este un triunghi, precum $A_1 A_2 A_3$ din figura 2, am stabilit că vârfurile lui se găsesc pe o elipsă secundară *Reye*, ale cărei axe vor da direcțiile axelor principale de inerție ale triunghiului Ω .

Prelungim medianele dincolo de centrul de greutate G al triunghiului, așa că:

$$\overline{G G_1} = \overline{A_1 G} ; \overline{G G_2} = \overline{A_2 G} ; \overline{G G_3} = \overline{A_3 G},$$

punctele G_1, G_2 și G_3 astfel obținute se vor găsi pe aceeași elipsă secundară *Reye*.

Ducem prin G, axul $G x_1$ paralel cu latura $A_2 A_3$ și notez axul $G A_1$ cu $G t$. Sistemul de axe $x_1 G t$ va fi un sistem de axe baricentrice conjugate. Ne trebuie mărimea

5. Momentele de inerție ale unui sistem de trei puncte M_i de arie $\frac{\Omega}{3}$ sunt egale cu momentele de inerție ale triunghiului, care are ca mijloace ale laturilor tocmai punctele M_i , cu condiția însă ca aria triunghiului să fie Ω .

Dacă a_1, a_2 și a_3 sunt laturile acestui triunghi, momentul polar J_G față de centrul de greutate G este:

$$J_G = \frac{1}{36} \Omega (a_1^2 + a_2^2 + a_3^2).$$

Laturile triunghiului $M_1 M_2 M_3$ fiind μ_1, μ_2 și μ_3 , vom avea:

$$J_G = \frac{1}{9} \Omega (\mu_1^2 + \mu_2^2 + \mu_3^2) = \Omega (a^2 + b^2).$$

De unde:

$$\mu_1^2 + \mu_2^2 + \mu_3^2 = 9 (a^2 + b^2).$$

Prin urmare: suma patratelor laturilor unui triunghi $M_1 M_2 M_3$ este constantă și face $9 (a^2 + b^2)$.

Față de elipsă, putem spune: Suma patratelor laturilor unui triunghi înscris într'o elipsă, cu centrul de greutate în centrul elipsei, este constantă și face: $\frac{9}{2} (a_0^2 + b_0^2)$, a_0 și b_0 fiind semiaxele elipsei.

Calculând direct suma patratelor acestor laturi, avem:

$$\mu_1^2 + \mu_2^2 + \mu_3^2 [(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2] + [(x_1 - x_3)^2 + (y_1 - y_3)^2] + [(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2].$$

Sau:

$$\mu_1^2 + \mu_2^2 + \mu_3^2 = 2 (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) + 2 (y_1^2 + y_2^2 + y_3^2) - 2 (x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1 x_3) - 2 (y_1 y_2 + y_2 y_3 + y_1 y_3)$$

Sistemul de ecuații (I) ne-a dat:

$$\Sigma x_i^2 = 3 b^2; \Sigma y_i^2 = 3 a^2;$$

$$- 2 (x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1 x_3) = 3 b^2; - 2 (y_1 y_2 + y_2 y_3 + y_1 y_3) = 3 a^2$$

Deci:

$$\mu_1^2 + \mu_2^2 + \mu_3^2 = 9 (a^2 + b^2).$$

6. Procedând ca mai sus, putem traduce toate proprietățile momentelor de inerție ale unui triunghi, la sistemul de trei puncte M_i . Iată câteva exemple.

a) La un triunghi oarecare de arie Ω , între momentele ecuatoriale baricentrice maxim şi minium, avem relația:

$$A \cdot B = \frac{\Omega^4}{108},$$

pe care o mai putem scrie:

$$a^2 b^2 = \frac{\Omega^2}{108}.$$

Dar, dacă S este aria triunghiului $M_1 M_2 M_3$, avem:

$$\Omega = 4 S.$$

Cu aceasta, relația precedentă devine:

$$S^2 = \frac{27}{4} a^2 b^2;$$

adică, tocmai relația (1) dela începutul acestui studiu.

b) Distanța focală f a elipsei *Culmann* pentru un triunghi cu laturile a_1 , a_2 şi a_3 , este dată de relația:

$$f^2 = \frac{1}{18} \cdot \sqrt{a_1^4 + a_2^4 + a_3^4 - a_1^2 \cdot a_2^2 - a_1^2 \cdot a_3^2 - a_2^2 \cdot a_3^2}.$$

Pentru triunghiul $M_1 M_2 M_3$, vom obține:

$$\sqrt{\mu_1^4 + \mu_2^4 + \mu_3^4 - \mu_1^2 \mu_2^2 - \mu_1^2 \mu_3^2 - \mu_2^2 \mu_3^2} = \frac{9}{2} (a^2 - b^2).$$

În acelaş mod, găsim şi relațiile:

$$\mu_1^2 \mu_2^2 + \mu_1^2 \mu_3^2 + \mu_2^2 \mu_3^2 = \frac{27}{4} (3 a^4 + 3 b^4 + 10 a^2 b^2);$$

$$\mu_1^4 + \mu_2^4 + \mu_3^4 = \frac{27}{2} (3 a^4 + 3 b^4 + 2 a^2 b^2).$$

7. Să presupunem că pentru o secție dată Ω , cunoaştem un sistem de trei puncte-masă, de arie $\frac{\Omega}{3}$. Ne propunem a determina cu ajutorul acestui sistem de trei puncte M_i , focarele de inerție ale secției considerate.

Prin centrul de greutate G al secției, luăm două axe rectangulare $x G y$, față de care un punct M_i are coordonatele x_i, y_i . Fie F , focarul de inerție căutat, ale cărui coordonate necunoscute le însemnăm cu α, β . (Fig. 3).

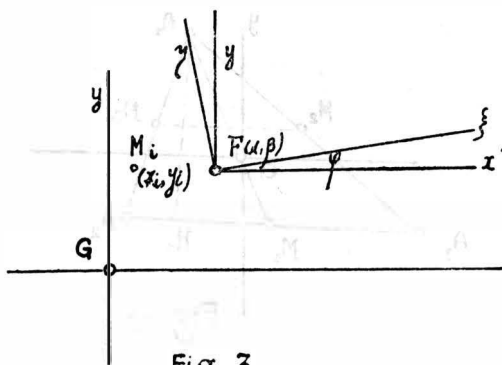


Fig. 3

Prin F , ducem un sistem de axe $x'Fy'$ paralel cu sistemul xGy și un altul $\xi F\eta$, tot rectangular, dar făcând cu primul sistem un unghi φ .

În sistemul de axe $x'Fy'$, coordonatele x_i, y_i devin $(x_i - \alpha)$ și $(y_i - \beta)$; iar în sistemul de axe $\xi F\eta$, vom avea:

$$\xi_i = (x_i - \alpha) \cos \varphi + (y_i - \beta) \sin \varphi;$$

$$\eta_i = (y_i - \beta) \cos \varphi - (x_i - \alpha) \sin \varphi.$$

Dar oricare ar fi unghiul φ , trebuie ca momentul centrifugal al punctelor M_i în sistemul de axe $\xi F\eta$ să fie zero:

$$\sum \xi_i \eta_i = 0.$$

Adică:

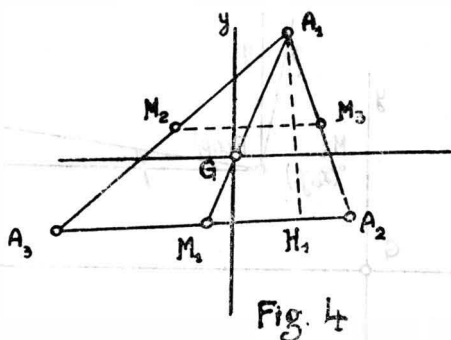
$$(\cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi) (3\alpha\beta + x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3) + \sin \varphi \cos \varphi$$

$$(3\beta^2 - 3\alpha^2 + y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2) = 0.$$

Cele două ecuații, care vor da pe α și β vor fi:

$$\left. \begin{aligned} 3\alpha\beta &= -(x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3); \\ 3(\beta^2 - \alpha^2) &= (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) - (y_1^2 + y_2^2 + y_3^2) \end{aligned} \right\} \quad (11).$$

8. La un triunghi, știm că putem considera, pentru calculul momentelor de inerție, trei puncte-masă de arie $\frac{\Omega}{3}$ ocupând mijloacele laturilor. Fie $A_1 A_2 A_3$ un triunghi oarecare de arie Ω și cu centrul de greutate G . Luăm ca axe de coordonate un sistem rectangular, baricentric xGy , în care axul xG este paralel cu latura $A_2 A_3$ (Fig. 4).



Insemnăm cu p_1 proiecția $M_1 H_1$ a medianei $A_1 M_1$ pe latura $A_2 A_3$. În aceste condiții, coordonatele punctelor M_i vor fi:

$$x_1 = -\frac{p_1}{3}; y_1 = \frac{1}{3} h_1; x_2 = \frac{a_1}{4} + \frac{p_1}{6}; y_2 = \frac{h_1}{6};$$

$$x_3 = -\left(\frac{a_1}{4} - \frac{p_1}{6}\right); y_3 = \frac{h_1}{6}.$$

Ținând seamă de relația:

$$p_1 = \frac{a_2^2 - a_3^2}{2 a_1},$$

relațiile (11) ne vor da coordonatele focarelor de inerție ale unui triunghi, în funcție de laturile lui.

Pentru un triunghi isoscel, în care $A_1 A_2 = A_1 A_3$, avem $p_1 = 0$. Coordonatele punctelor M_i devin:

$$x_1 = 0, y_1 = \frac{1}{3} h_1; x_2 = \frac{1}{4} a_1, y_2 = \frac{1}{6} h_1; x_3 = -\frac{1}{4} a_1, y_3 = \frac{1}{6} h_1.$$

Ecuatiile (11) se reduc la:

$$\alpha \beta = 0;$$

$$\beta^2 - \alpha^2 = \frac{1}{18} (a_1^2 - a_2^2),$$

Căci:

$$h_1^2 = a_2^2 - \frac{1}{4} a_1^2.$$

Dacă $a_2 > a_1$, avem $\beta = 0$ și $\alpha^2 = \frac{1}{18}(a_2^2 - a_1^2)$. În acest caz, $\alpha = f$, f fiind distanța focală a elipsei *Culmann*.

9. Ecuațiile (11) stabilite mai sus au și altă semnificare.

Scriind egalitatea momentelor de inerție în sistemul de axe $x G y$ pentru punctele M_i și aria Ω , obținem:

$$\begin{aligned}x_1 + x_2 + x_3 &= 0 \\y_1 + y_2 + y_3 &= 0 \\(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) \cdot \Omega &= 3 J_y \\(y_1^2 + y_2^2 + y_3^2) \cdot \Omega &= 3 J_x \\(x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3) \cdot \Omega &= 3 J_{xy}\end{aligned}$$

Cu aceste rezultate, ecuațiile (11) devin:

$$\left. \begin{aligned}\alpha \beta \cdot \Omega &= -J_{xy}; \\(\beta^2 - \alpha^2) \cdot \Omega &= J_y - J_x\end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Introducând razele de rotație, aceste ecuații iau forma:

$$\left. \begin{aligned}\alpha \beta &= -i_{xy}^2; \\\beta^2 - \alpha^2 &= i_y^2 - i_x^2\end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Rezolvind sistemul (12) de ecuații, obținem:

$$\left. \begin{aligned}\beta^2 \cdot \Omega &= \frac{J_y - J_x}{2} + \sqrt{\left(\frac{J_y - J_x}{2}\right)^2 + J_{xy}^2}; \\\alpha^2 \cdot \Omega &= \frac{J_x - J_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{J_y - J_x}{2}\right)^2 + J_{xy}^2}.\end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Radicalul din aceste relații trebuie luat cu semnul (+), căci valoarea lui absolută este mai mare decât valoarea absolută a termenului $\left(\frac{J_x - J_y}{2}\right)$ și membrul întâi din ambele relații trebuie să fie pozitiv. Valoarea radicalului, în funcție de momentele principale, este:

$$\sqrt{\left(\frac{J_y - J_x}{2}\right)^2 + J_{xy}^2} = \frac{A - B}{2} = f^2 \frac{\Omega}{2}$$

Adunând relațiile (14), căpătăm :

$$(a^2 + \beta^2) \cdot \Omega = 2 \sqrt{\left(\frac{J_y - J_x}{2}\right)^2 + J_{xy}^2} = f^2 \Omega$$

$$\therefore a^2 + \beta^2 = f^2.$$

Calculând îndoitul raportului ecuațiilor (12), avem :

$$\frac{2 a \beta}{a^2 - \beta^2} = \frac{2 \frac{\beta}{a}}{1 - \left(\frac{\beta}{a}\right)^2} = \frac{2 \operatorname{tg} \Theta}{1 - \operatorname{tg}^2 \Theta} = \frac{2 J_{xy}}{J_y - J_x},$$

Θ fiind unghiul făcut de dreapta GF cu axul Gx . Dar

$$\frac{2 \operatorname{tg} \Theta}{1 - \operatorname{tg}^2 \Theta} = \operatorname{tg} 2 \Theta = \frac{2 J_{xy}}{J_y - J_x},$$

ceia ce înseamnă că dreapta GF , care trece prin cele două focare de inerție, simetrice față de G , — formează un ax principal de inerție.

Mai observăm că relațiile (14) se mai pot scrie :

$$a = \pm \sqrt{\frac{1}{2} (i_x^2 - i_y^2 + f^2)};$$

$$\beta = \pm \sqrt{\frac{1}{2} (i_y^2 - i_x^2 + f^2)}.$$

10. Din dezvoltările ce preced se degajează concluzia că orice proprietate a triunghiurilor $M_1 M_2 M_3$ se traduce printr'o proprietate generală a momentelor de inerție ale unei secții. Astfel că întreg studiul momentelor de inerție din planul unei secții se poate reface pe această cale. Pentru a încheia, vom demonstra proprietatea fundamentală a antipolului, servindu-ne de elipsa lui *Reye*.

Să considerăm un ax Δ și antipolul său, P , în raport cu elipsa *Culmann*. Axul GP va fi conjugata baricentrică a axului Δ (Fig. 5). Axul GP întâlnește elipsa primară *Reye* în punctul M_1 . În aceste condiții, fie $M_1 M_2 M_3$ triunghiul corespunzător înscris în această elipsă. Latura $M_2 M_3$ va fi paralelă cu axul Δ și va fi antipolară punctului M_1 în raport cu elipsa *Culmann*.

Ducem prin P o dreaptă oarecare Py , care taie axul Δ în punctul O' . Însemnăm cu $x O'y$ sistemul de axe for-

$$\overline{O M_1} = v - \overline{G M_1} ; \overline{O N} = v + \frac{\overline{G M_1}}{2} ; \overline{P N} = \frac{\overline{G M_1}}{2} - e ;$$

$$\overline{P M_1} = \overline{G M_1} + e.$$

Cu aceste rezultate, relația de stabilit (15) devine:

$$\frac{v - \overline{G M_1}}{v + \frac{\overline{G M_1}}{2}} = \frac{2 \left(\frac{\overline{G M_1}}{2} - e \right)}{\overline{G M_1} + e}$$

Sau

$$\overline{G M_1}^2 = 2 e v \quad (16)$$

Notând cu i raza de girație pentru axul baricentric Δ' paralel cu Δ , știm că:

$$i^2 = e v,$$

deoarece P este antipolul axului Δ . Apoi, fiindcă M_1 se află pe elipsa primară *Reye*, avem:

$$2 i^2 = \overline{G M_1}^2.$$

Apropiind ultimele două relații, deducem tocmai relația de stabilit (16) și cu aceasta proprietatea fundamentală a antipolului: cum că axul Δ și cu orice dreaptă ce trece prin P formează un sistem de axe conjugate, — este demonstrată.

Grinzi în arc static determinate simple și continue ¹⁾

MAXIMILIAN MARCUS
Inginer

d) Momente în raport cu punctele principale ale sâmburului central.

72. Pentru momentele în raport cu punctele principale ale sâmburului central aplicăm același procedeu ca și pentru momentele statice în raport cu centrul de gravitate al secțiunii cu deosebirea că înlocuim peste tot centrul de gravitate cu punctul principal respectiv al sâmburului central.

I. Cazuri speciale.

a) Grinda simetrică.

73. Dacă punctele de reazăm se găsesc pe aceeași orizontală, iar articulația intermediară la mijloc între cele 2 reazăme împărțind arcu în 2 părți egale, avem o grindă în arc simetrică. În acest caz avem $\delta = 0$, $e = \frac{1}{2}$, $K_1 = K_4 = 1$ și $K_2 = K_3 = 2$ f. Prin urmare ecuațiunile (95) și (97) vor deveni :

¹⁾ A se vedea numerile 3—4 (Martie—Aprilie) 1920, 7—8 (Iulie—August) 1920, 11—12 (Noembrie—Decembrie) și 4—6 (Aprilie—Iunie) 1923 ale Buletinului Soc. Politehnice.

aa) Când forța e la stânga articulației

$$\left. \begin{aligned} A &= -P \frac{b}{l} \\ B &= P \frac{b}{l} \\ H_1 &= -P + \frac{P \cdot b}{2f} \\ H_2 &= -P \frac{b}{2f} \end{aligned} \right\} \quad (128)$$

bb) Când forța e la dreapta articulației

$$\left. \begin{aligned} A &= -\frac{P \cdot b}{l} \\ B &= \frac{P \cdot b}{l} \\ H_1 &= -\frac{P \cdot b}{2f} \\ H_2 &= -P + \frac{P \cdot b}{2f} \end{aligned} \right\} \quad (129)$$

Din ecuațiunile de mai sus (128) și (129) se vede că reacțiunile verticale păstrează aceași valoare pentru aceleași forțe situate simetric în raport cu articulația intermediară, pe când reacțiunile orizontale au valori reciproce. Este deci suficient a construi *liniile de influență* numai pentru o jumătate de arc, deducând din prima parte liniile de influență pentru a 2-a jumătate de arc.

74. În fig. 47 avem un astfel de arc, iar în fig. 48 sunt construite liniile de influență pentru reacțiunile A, B, H₁ și H₂. Verticala A₁ D₁ este axa de la care sunt măsurate abscisele liniei de influență. Pe orizontala K rabatută, orizontala K și pe orizontala reazământului s'au purtat distanțele D₁ D₂ = E₁ E₂ = A₁ A₂ = -P și D₁ D₃ = P. Observăm că, din cauza simetriei, orizontalele din dreapta coincid cu cele din stânga. S'a unit A₁ cu D₂ și s'a tăiat orizontala articulației în C₂. Linia A₁, C₂ A₁ este *linia de influență a reacțiunii A*. Dreapta A₁ D₃ ne determină punctul C₃ și linia A₁ C₃ A₁ este

linia de influență a reacțiunii B. Linia $A_1 C_4 A_2$ este linia de influență a reacțiunii H_2 iar reciproca ei $A_2 C_4 A_1$ este linia de influență a reacțiunii H_1 .

75. In fig. 49 și 50 sunt construite momentele în raport cu centrele de gravitate ale secțiunilor X și Z. Din cauză că orizontala K din stânga coincide cu cea din dreapta construcția e simplificată. Pe orizontala reazămului ducem distanța $A_4 A_5$ (fig. 49) egală cu ordonata secțiunii X, iar cele alte 3 distanțe AM, $X'L$ și LE sunt purtate pe orizontala K și obținem punctele F_5 , E_5 și E_3 . Se unește apoi A_5 cu E_5 iar A_4 cu E_3 și F_5 . Linia poligonală $A_4 X_5 C_5 A_4$ este linia de influență a momentelor secțiunii X.

Analog găsim în fig. 50 linia $A_6 C_6 Z_6 A_6$ care este linia de influență a momentelor pentru secțiunea Z.

76. Dacă unim A cu X și tăiem BE în W găsim că punctul W_4 care este intersecția dreptelor $A_4 E_4$ și $A_5 E_5$ se află pe orizontala ce trece prin W.

Același lucru găsim și pentru W' care este intersecția dreptelor BZ și AF. El se află pe aceeași orizontală cu punctul W_6 care este intersecția dreptelor $A_6 E_6$ și $A_7 F_7$.

Dacă dar cunoaștem W_4 și W_6 și ordonatele secțiunilor $y = A_4 A_5$ și $y' = A_6 A_7$ este ușor de a construi liniile de influență ale momentelor.

Prelungim dreapta $A_4 X_5$ până la intersecția ei C_5' cu orizontala articulației (fig. 49) iar în fig. 47 determinăm punctul de intersecție C' al orizontalei secțiunii cu verticala articulației. Va trebui să avem în valoare absolută $C_5 C_5' = CC'$.

Analog vom găsi pentru secțiunea Z că $C_6 C_6' = CC''$ în valoare absolută.

78. In fig. 51 sunt construite ca și pentru cazul general liniile de influență pentru $H_x \cos \varphi$, $V_x \sin \varphi$ și N_x .

Linia de influență pentru puterile normale este reprezentată prin linia poligonală $A_9 X_8 X_7 C_8 A_9$.

Dreapta $C_8 X_7$ trece prin A_{10} și e în același timp paralelă cu $A_9 X_8$.

78. Linia de influență pentru momentele în raport cu punctele principale ale sâmburului central se găsește în mod analog ca și pentru momentele în raport cu centrele de gravitate.

80. Procedul pur grafic pe care l'am indicat în cazul

general se aplică la fel și pentru cazurile speciale. Neprezentând nimic deosebit n'am mai făcut epurele respective.

K. Forțe orizontale repartizate.

81. Dacă forțele nu sunt uniform repartizate sau dacă fiind uniforme nu acționează asupra întregului arc, sau sunt mobile vom întrebuința *liniile de influență* pentru a determina reacțiunile, momentele etc. Când însă forțele uniform repartizate lucrează asupra arcului întreg sau de la reazăm până la punctul culminant al arcului ne vom servi de metodele următoare :

a) Reacțiunile punctelor de reazăm.

82. Fie p forța orizontală ce lucrează pe unitate de lungime; pe un element de arc db la distanța b de la orizontala reazămului stâng va lucra forța $p \cdot db$. (Fig. 52). Considerăm iarăși forțele lucrând de la stânga spre dreapta. Dacă în ecuațiunile (95) și (97) vom înlocui P cu $p \cdot db$, iar A , B , H_1 și H_2 cu dA , dB , dH_1 și dH_2 , vom obține reacțiunile corespunzătoare forței $p \cdot db$, care sunt rezumate în tabela următoare.

Tabela VII.

Reacțiuni	Pentru elementul de forță pdb situat:	
	între reazăm stâng și articulație	între reazăm drept și articulație
dA	$-p \frac{b \cdot db}{K_1}$	$p \frac{(\delta - b) \cdot db}{K_4}$
dB	$p \frac{b \cdot db}{K_1}$	$-p \frac{(\delta - b) \cdot db}{K_4}$
dH_1	$-pdb + \frac{p \cdot bdb}{K_2}$	$p \frac{(\delta - b) \cdot db}{K_3}$
dH_2	$-p \frac{b \cdot db}{K_2}$	$-pdb - p \frac{(\delta - b) \cdot db}{K_3}$

Insemnăm cu γ distanța între orizontala tangentă și

orizontala articulației (fig. 52) iar cu h distanța între orizontală tangentă și orizontală reazămului stâng adică $h = d + f + \gamma$.

Vom distinge următoarele 6 cazuri după poziția punctului culminant T și a forțelor repartizate.

aa) *Punctul T se află între A și C iar forțele repartizate se întind de la A până la T .*

Pentru a obține reacțiunile integrăm valorile din coloana din stânga între limitele $b=0$ și $b=h$ și avem

$$(130) \quad \left\{ \begin{array}{l} A = -\frac{p h^2}{2 K_1} \\ B = \frac{p h^2}{2 K_1} \\ H_1 = -p \cdot h + \frac{p \cdot h^2}{2 K_2} \\ H_2 = -\frac{p h^2}{2 K_2} \end{array} \right.$$

bb) *Punctul T se află între A și C iar forțele repartizate se întind de la T la B .*

Pentru acest caz trebuie să integrăm, pentru forțele situate între T și C , valorile coloanei din stânga, iar pentru forțele situate între C și B valorile coloanei din dreapta din tabela VII, limitele de integrare fiind pentru primele $f + \delta$ și h iar pentru cele altele δ și $f + \delta$. Făcând aceasta vom obține următoarele rezultate:

$$(131) \quad \left\{ \begin{array}{l} A = -\frac{p}{2 K_1} \left[\gamma^2 + (2\gamma + f)(f + \delta) \right] \\ B = \frac{p}{2 K_1} \left[\gamma^2 + (2\gamma + f)(f + \delta) \right] \\ H_1 = -p \cdot f + \frac{p}{2 K_2} \left[\gamma^2 + 2\gamma(f + \delta) \right] - \frac{p f^2}{2 K_3} \\ H_2 = -p f - \frac{p}{2 K_2} \left[\gamma^2 + 2\gamma(f + \delta) \right] + \frac{p f^2}{2 K_3} \end{array} \right.$$

cc) *Punctul T se află între A și C iar forțele repartizate se întind de la A la B.*

Adunăm valorile corespunzătoare din ecuațiunile (130) și (131) și avem:

$$(132) \left\{ \begin{array}{l} A = -\frac{p}{2K_1} \left[h^2 + \gamma^2 + (2\gamma + f)(f + \delta) \right] \\ B = \frac{p}{2K_1} \left[h^2 + \gamma^2 + (2\gamma + f)(f + \delta) \right] \\ H_1 = -p \left[\gamma + h \right] + \frac{p}{2K_2} \left[\gamma^2 + h^2 + 2\gamma(f + \delta) \right] - \frac{pf^2}{2K_3} \\ H_2 = -pf - \frac{p}{2K_2} \left[h^2 + \gamma^2 + 2\gamma(f + \delta) \right] + \frac{pf^2}{2K_3} \end{array} \right.$$

dd) *Punctul T se află între C și B, iar forțele repartizate se întind de la A la T.*

În acest caz vom integra pentru forțele situate între A și C valorile din coloana I din tabela No. VII între limitele zero și $f + \delta$, iar pentru forțele situate între C și T valorile din coloana II a tabelului VII între limitele $f + \delta$ și h și vom avea

$$(133) \left\{ \begin{array}{l} A = -\frac{p}{2K_1} \left[(f + \gamma)^2 + f\delta \right] \\ B = \frac{p}{2K_1} \left[(f + \gamma)^2 + f\delta \right] \\ H_1 = -p(f + \delta) + \frac{p}{2K_2} (f + \delta)^2 - \frac{p}{2K_3} (\gamma^2 + 2\gamma f) \\ H_2 = -p\gamma - \frac{p}{2K_2} (f + \delta)^2 + \frac{p}{2K_3} (\gamma^2 + 2\gamma f) \end{array} \right.$$

ee) *Punctul T se află între C și B, iar forțele repartizate se întind de la T la B.*

Vom integra valorile din coloana II din tabela VII între limitele $b = \delta$ și $b = h$ și vom avea:

$$(134) \left\{ \begin{array}{l} A = - \frac{p}{2 K_4} (\gamma + f)^2 \\ B = \frac{p}{2 K_4} (\gamma + f)^2 \\ H_1 = - \frac{p}{2 K_3} (\gamma + f)^2 \\ H_2 = - p (f + \gamma) + \frac{p}{2 K_3} (\gamma + f)^2 \end{array} \right.$$

ff) *Punctul T se află între C și B, iar forțele repartizate se întind de la A la B.*

În acest caz adunăm valorile corespunzătoare din ecuațiunile (133) și (134) și avem :

$$(135) \left\{ \begin{array}{l} A = - \frac{p}{2 K_4} \left[2 (\gamma + f)^2 + f \delta \right] \\ B = \frac{p}{2 K_4} \left[2 (\gamma + f)^2 + f \delta \right] \\ H_1 = - p (f + \delta) + \frac{p}{2 K_2} (f + \delta)^2 - \frac{p}{2 K_3} (2 \gamma^2 + f^2 + 4 \gamma f) \\ H_2 = - p \left[f + 2 \gamma \right] - \frac{p}{2 K_2} (f + \delta)^2 + \frac{p}{2 K_3} (2 \gamma^2 + f^2 + 4 \gamma f) \end{array} \right.$$

83. Dacă punctul T coincide cu C atunci formulele (130)—(135) se simplifică. Vom avea pentru acest caz $\gamma = 0$ iar $h = f + \delta$ și cele 6 serii de ecuațiuni se reduc la 3 și anume :

aa) *Forțele sunt situate între A și C.*

Introducem valorile $\gamma = 0$ și $h = f + \delta$, fie în seria ecuațiunilor (130) fie în (133) și avem :

$$(136) \left\{ \begin{array}{l} A = - \frac{p h^2}{2 K_1} \\ B = \frac{p h^2}{2 K_1} \\ H_1 = - p h + \frac{p h^2}{2 K_2} \\ H_2 = - \frac{p h^2}{2 K_2} \end{array} \right.$$

bb) *Forțele sunt repartizate pe porțiunea de la C la B.*

Atât din ecuațiunile (131) cât și din (134) obținem făcând $\gamma = 0$:

$$(137) \quad \left\{ \begin{array}{l} A = -\frac{p f^2}{2 K_4} \\ B = \frac{p f^2}{2 K_4} \\ H_1 = -\frac{p f^2}{2 K_3} \\ H_2 = -p f + \frac{p f^2}{2 K_3} \end{array} \right.$$

cc) *Forțele sunt repartizate de la A la B.*

În acest caz avem:

$$(138) \quad \left\{ \begin{array}{l} A = -\frac{p h^2}{2 K_1} - \frac{p f^2}{2 K_4} \\ B = \frac{p h^2}{2 K_1} + \frac{p f^2}{2 K_4} \\ H_1 = -p h + \frac{p h^2}{2 K_2} - \frac{p f^2}{2 K_3} \\ H_2 = -p f - \frac{p h^2}{2 K_2} + \frac{p f^2}{2 K_3} \end{array} \right.$$

84. Formulele analitice pentru determinarea reacțiunilor, dau mult de calculat și pot fi un izvor de greșeli. În mod grafic putem rezolva problema mai repede, oricare ar fi poziția punctului T sau a forțelor. Pentru acest scop căutăm rezultanța forțelor situate între T și C pe de o parte iar pe de alta ale forțelor repartizate la stânga și la dreapta acestei distanțe. Cu ajutorul acestor rezultante, al căror număr este minimum 1 și maximum trei, construim un poligon funicular care să treacă prin articulațiunile A, C și B. În poligonul corespunzător al forțelor găsim 2 forțe, care corespund laturilor poligonului funicular ce trec prin reacțiunile reazămelor. Aceste 2 forțe sunt reacțiunile căutate R_1

și R_2 . Descompunându-le pe fiecare din ele în câte o componentă orizontală și alta verticală găsim reacțiunile orizontale H_1 și H_2 și pe cele verticale A și B .

În fig. 52 avem cazul unui arc $A C B$ asupra căruia lucrează forțele uniform repartizate dela A la T . Rezultanta lor $P = p h$ o descompunem în 2 componente care să treacă prin A , B și C . Pentru acest scop tăiem dreapta $B C$ cu direcția forței P (fig. 52) în punctul L și unim A cu L . Facem în fig. 53 $M N = P = p h$ și prin extremitățile dreptei $M N$ ducem $M O$ paralel la $B C$ și $N O$ paralel la $A L$. Din O coborâm perpendiculara $O O'$ pe $M N$ și avem :

$$\text{Reacțiuni verticale} \begin{cases} A = O' O \\ B = O O' \end{cases}$$

$$\text{Reacțiuni orizontale} \begin{cases} H_1 = N O' \\ H_2 = O' M \end{cases}$$

În fig. 54 și 55 sunt determinate reacțiunile pentru cazul încărcării totale. Avem 3 rezultante pentru porțiunile de forțe situate între A și T , T și C precum și între C și B și anume $P_1 = p h$, $P_2 = p \gamma$ și $P_3 = P f$. Poligonul forțelor este $O G J K L$ (fig. 55) iar cel funicular este $A U S Z B$ (fig. 54). Reacțiunea din stânga $R_1 = O G$ iar cea din dreapta $R_2 = L O$. Aceste 2 reacțiuni au fost determinate în modul următor : Fiecare din cele 3 forțe P_1 , P_2 și P_3 au fost descompuse în câte 2 reacțiuni ce trec prin A și B după cum am arătat în cazul fig. 52 și 53 și am găsit fig. 55.

Pentru P_1 : reacțiunea din stânga $M G$ iar cea din dreapta $J M$

» P_2 : » » » $N J$ » » » » $K N$

» P_3 : » » » $V K$ » » » » $L V$

Am determinat rezultanta reacțiunilor din stânga adică a reacțiunilor $M G$, $N J$ și $V K$ și am găsit $R_1 = O G$, deasemenea rezultanta forțelor $J M$, $K N$ și $L V$ ne-a dat $R_2 = L O$ (fig. 55). Ducând $O O'$ perpendicular pe $G L$ (fig. 55) găsim :

$$\begin{aligned} \text{Reacțiunile verticale: } & A = O O' \text{ și } B = O' O \\ \text{» orizontale: } & H_1 = O' G \text{ și } H_2 = L O' \end{aligned}$$

Din fig. 55 se vede că toate reacțiunile sunt negative afară de B .

a) *Momente de flexiune.*

85. Să considerăm o secțiune oarecare X ale cărei coordonate să fie x, y . Vom distinge în ceea ce privește poziția punctului T și a forțelor repartizate aceleași cazuri ca și la determinarea reacțiunilor.

aa) *T se află între A și C, iar forțele se întind dela A la T.*

α) *Secțiunea se află între A și T.*

In acest caz avem :

$$M_x = A x - H_1 y - \frac{p y^2}{2} \quad (139)$$

și ținând cont de ecuațiunile (130) avem :

$$M_x = p y \left(h - \frac{y}{2} \right) - \frac{p h^2}{2} \left(\frac{x}{k_1} + \frac{y}{k_2} \right) \quad (140)$$

β) *Secțiunea se află între T și B.*

In acest caz :

$$M_x = A x - H_1 y - p h \left(y - \frac{h}{2} \right) \quad (141)$$

sau în virtutea ecuațiunilor (130) avem :

$$M_x = \frac{p h^2}{2} \left[1 - \frac{x}{k_1} - \frac{y}{k_2} \right] \quad (142)$$

bb) *T se află între A și C iar forțele repartizate se întind dela T la B.*

α) *Secțiunea se află între A și T.*

In acest caz avem :

$$M_x = A x - H_1 y \quad (143)$$

sau în virtutea ecuațiunilor (131)

$$M_x = - \frac{p x}{2 k_1} \left[\gamma^2 + (2 \gamma + f) (f + \delta) \right] + p \gamma y - \frac{p y}{2 k_2} \left[\gamma^2 + 2 \gamma (f + \delta) \right] + \frac{p f^2 y}{2 k_3}$$

sau

$$M_x = p \gamma y - \frac{p}{2} \left[\gamma^2 + 2 \gamma (f + \delta) \right] \left[\frac{x}{k_1} + \frac{y}{k_2} \right] - \frac{p f^2}{2} \left[\frac{x}{k_1} - \frac{y}{k_3} \right] \quad (144)$$

β) Secțiunea se află între T și B .

În acest caz :

$$M_x = A x - H_1 y + p \frac{(h - y)^2}{2} \quad (145)$$

sau în virtutea ecuațiunilor (131).

$$(146) \quad M_x = \frac{p h^2}{2} + p y \left(\gamma + \frac{y}{2} - h \right) + \frac{p f^2}{2} \left(\frac{y}{k_3} - \frac{x}{k_4} \right) - \frac{p}{2} \left[\gamma^2 + 2 \gamma (f + \delta) \right] \left(\frac{x}{k_1} + \frac{y}{k_2} \right)$$

cc) *Punctul T se află între A și C , forțele repartizate se întind dela A la B .*

α) Secțiunea se află între A și T .

Vom avea momentul.

(147) $M_x = A x - H_1 y - p \frac{y^2}{2}$ sau în virtutea ecuațiunilor (132).

$$(148) \quad M_x = \frac{p f^2 y}{2 k_3} + p (\gamma + h) y - \frac{p}{2 k_1} \left[h^2 + \gamma^2 + (2\gamma + f)(f + \delta) \right] x - \frac{p}{2 k_2} \left[\gamma^2 + h^2 + 2 \gamma (f + \delta) \right] y - p \frac{y^2}{2}$$

β) Secțiunea se află între T și B .

Momentul este dat prin ecuațiunea

(149) $M_x = A x - H_1 y - p h \left(y - \frac{h}{2} \right) + p \frac{(h - y)^2}{2}$ sau în virtutea ecuațiunilor (132).

$$(150) \quad M_x = p h^2 + p \left(\gamma + \frac{y}{2} - h + \frac{f^2}{2 k_3} \right) y -$$

$$\frac{p x}{2 k_1} \left[h^2 + \gamma^2 + (2 \gamma + f)(f + \delta) \right] - \frac{p y}{2 k_2} \left[h^2 + \gamma^2 + y (f + \delta) \right]$$

dd) *Punctul T se află între C și B , forțele repartizate se întind dela A la T .*

α) Secțiunea se află între A și T .

Avem momentul.

(151) $M_x = A x - H_1 y - p \frac{y^2}{2}$ sau în virtutea ecuațiunilor (133).

$$(152) \quad M_x = p \left(f + \delta - \frac{y}{2} \right) y - \frac{p}{2 k_4} \left[(f + \gamma)^2 + f \delta \right] x \\ - \frac{p}{2 k_2} (f + \delta)^2 y + \frac{p}{2 k_3} (\gamma^2 + 2 \gamma f) y$$

β) *Secțiunea se află între T și B.*

Momentul este dat prin ecuațiunea.

$$(153) \quad M_x = A x - H_1 y - p h \left(y - \frac{h}{2} \right)$$

și în virtutea ecuațiunilor (133).

$$(154) \quad M_x = \frac{p}{2 k_3} (\gamma^2 + 2 \gamma f) y - p \gamma y + p \frac{h^2}{2} - p \frac{(f + \delta)^2}{2 k^2} y \\ - \frac{p}{2 k_4} \left[(\gamma + f)^2 + f \delta \right] x.$$

ee) *Punctul T se află între C și B forțele repartizate se întind dela T la B.*

α) *Secțiunea se află între A și T.*

În acest caz vom avea momentul.

$$(155) \quad M_x = A x - H_1 y$$

sau în virtutea ecuațiunilor (134) avem

$$M_x = \frac{p}{2} (\gamma + f)^2 \left[\frac{y}{k_3} - \frac{x}{k_4} \right] \quad (156)$$

β) *Secțiunea se află între T și B.*

Momentul de flexiune este dat prin

$$(157) \quad M_x = A x - H_1 y + p \frac{(h-y)(h-y)}{2}$$

sau în virtutea ecuațiunilor (134) vom obține.

$$(158) \quad M_x = \frac{p}{2} (\gamma + f)^2 \left[\frac{y}{k_3} - \frac{x}{k_4} \right] + p \frac{(h-y)^2}{2}$$

ff) *Punctul T se află între C și B, forțele repartizate lucrează dela A la B.*

α) *Secțiunea se află între A și T.*

Momentul este egal cu

$$(159) \quad M_x = A x - H_1 y - \frac{p y^2}{2}$$

sau virtutea ecuațiunilor (135) avem

$$(160) \quad M_x = \frac{p y}{2 k_3} (2 \gamma^2 + f^2 + 4 \gamma f) + p (f + \delta) \left(y - \frac{(f + \delta) y}{2 k_4} \right) - \frac{p x}{2 k_4} \left[2 (\gamma + f)^2 + f \delta \right] - \frac{p y^2}{2}$$

β) Secțiunea se află între T și B.

Vom avea :

$$(161) \quad M_x = A x - H_1 y - p h \left(y - \frac{h}{2} \right) + p \frac{(h - y)^2}{2}$$

sau în virtutea ecuațiunilor (135).

$$(162) \quad M_x = p (h - y)^2 - p y^2 + p (f + \delta) \left(y - \frac{(f + \delta) y}{2 k_2} \right) + \frac{p y}{2 k_3} (2 \gamma^2 + f^2 + 4 \gamma f) - \frac{p x}{2 k_4} \left[2 (\gamma + f)^2 + f \delta \right]$$

86. Din cele expuse mai sus se vede cât de lungi sunt calculele pentru găsirea momentelor de flexiune după procedeul analitic.

În mod grafic putem găsi aceste momente mult mai repede oricare ar fi poziția punctului T și oricare ar fi poziția forțelor uniform repartizate. Vom explica acest procedeu cu ajutorul a 2 exemple, din care se va deduce ușor calea ce trebuie să se urmeze în orice caz.

aa) Fie o grindă în arc cu 3 articulații A, C, B (fig. 56) punctul T se află între A și C, iar forțele uniform repartizate și dirijate de la stânga spre dreapta se întind de la A la T. Să considerăm o secțiune X situată între A și T.

Determinăm mai întâi reacțiunile L A și B L în modul cum s'a arătat în fig. 52 și 53 pentru rezultanta P a tuturor forțelor cari lucrează de la A la T. Ducem orizontala XX' prin secțiune și determinăm rezultanta P₁ a forțelor care lucrează de la A până la X și rezultanta P₂ a forțelor de la X până la T. Prima se află situată la mijlocul distanței A" X" a 2^a la mijlocul distanței X" T".

Luăm în fig. 57 o orizontală pe care purtăm forțele

P₁ = G J și P₂ = J M suma lor fiind P = G M.

Asupra secțiunii X lucrând reacțiunea L A și forța P₁ rezultanta lor este dată ca mărime prin dreapta O J (fig. 57) iar ca poziție prin dreapta E D (fig. 56). Ducem perpendi-

culara XN pe ED și vom avea momentul dat prin ecuațiunea

$$M_x = \overline{XN} \times \overline{OJ} \quad (163)$$

În fig. 57 ducem din O perpendiculara OK pe GM iar în fig. 56 dreapta XX' paralelă cu GM . Cele 2 triunghiuri $XX'N$ (fig. 56) și OJK (fig. 57) sunt asemenea căci au unghiurile egale două câte două. Într'adevăr

$$\sphericalangle XNX' = \sphericalangle OKJ = 90^\circ$$

$$\sphericalangle X'XN = \sphericalangle JOK \text{ căci au laturile perpendiculare una pe alta } (XX' \perp OK \text{ și } XN \perp OJ).$$

$$\text{Urmează deci că și } \sphericalangle XX'N = \sphericalangle OJK.$$

Laturile opuse unghiurilor egale fiind proporționale urmează că

$$\frac{XN}{OK} = \frac{XX'}{OJ} \text{ sau}$$

$$(164) \quad \overline{XN} \times \overline{OJ} = \overline{XX'} \times \overline{OK} = M_x$$

Distanța OK fiind distanța polară în poligonul forțelor și în cazul nostru egală în valoare absolută cu reacțiunea verticală A sau B urmează că pentru toate secțiunile între A și T pentru cari reacțiunea A este constantă, momentul să fie proporțional cu XX' adică *cu distanța orizontală de la secțiune la rezultanta respectivă*.

Poligonul funicular pentru exemplul pe care l'am examinat este $ADEB$ (fig. 56). Dreptele AD și EB au pozițiuni fixe, iar dreapta DE variază după poziția secțiunii X având pentru fiecare secțiune o pozițiune bine determinată. Pentru secțiunea A poziția dreptei DE coincide cu AD iar pentru secțiunea T cu BF . E ușor de demonstrat că dreapta DE învâluște o parabolă tangentă la AD și BC punctele de contact fiind A și F . Pentru a demonstra aceasta observăm că dacă proiectăm prin linii orizontale dreapta DE pe linia verticală $A''T''$ proiecțiunea este egală cu $\frac{A''T''}{2}$

de oarece această proiecțiune este egală cu distanța dintre cele două forțe P_1 și P_2 și ori care ar fi poziția secțiunii

X distanța dintre cele 2 forțe rămâne constantă și egală cu $\frac{A'' T''}{2} = \frac{h}{2}$.

Să proiectăm acum (fig. 56) punctele F, E, L, D și A orizontal pe verticala A' T'. Vom găsi punctele F', E', L', D' și A'. E ușor de văzut că A' L' = L' F' = $\frac{h}{2}$ de oarece punctul L se află pe forța P. De asemenea D' E' = $\frac{h}{2}$ de oarece este proiecția dreptei D E prin urmare rezultă că F' E' = L' D' de unde rezultă că

$$(165) \quad \frac{F' E'}{F' L'} = \frac{L' D'}{L' A'}$$

De oarece însă

$$\frac{F' E'}{F' L'} = \frac{F E}{F L}$$

și

$$\frac{L' D'}{L' A'} = \frac{L D}{L A}$$

prin construcție, urmează că

$$(166) \quad \frac{F E}{F L} = \frac{L D}{L A}$$

Din proporția aceasta rezultă că dreapta D E învâluște o parabolă, iar punctele de contact sunt A, X' și F.

(Punctele de contact sunt la intersecția orizontalei secțiunii cu dreapta D E corespunzătoare).

Momentul M_x este pozitiv după cum se poate vedea din fig. 56, sensul forței O J fiind dela E la D.

În fig. 56 este determinat momentul și pentru secțiunea Z, situată între C și B, care moment este negativ și proporțional cu Z Z'. Dacă secțiunea se află între T și C momentul ar fi fost pozitiv.

Parabola A X' F și dreapta F B formează linia momentelor (fig. 56) pentru forțele date.

bb) Să considerăm o grindă în arc cu 3 articulațiuni A, C și B (fig. 58). Punctul T e situat între A și C. Forțele orizontale uniform repartizate se întind dela A la B.

Să considerăm secțiunea X între A și T (fig. 58). Determinăm în (fig. 59) reacțiunile reazămelor $R_1 = OS$ și $R_2 = QO$. Determinăm rezultanta P_1' a forțelor dintre A și X, P_1'' a forțelor dintre X și T, P_2 a forțelor dintre T și C și P_3 a forțelor dintre C și B. Cu ajutorul poligonului forțelor OSQ (fig. 59) determinăm poligonul funicular ADJEB. Asupra secțiunii X lucrează deci reacțiunea reazămului stâng, a cărei mărime e dată prin OS (fig. 59) și a cărei direcție și poziție e dată prin dreapta DA (fig. 58) și mai lucrează și rezultanta P_1' , de care am vorbit mai sus. Rezultanta acestor 2 forțe are mărimea OU și este situată pe paralelă prin F la dreapta OU adică pe KF. Punctul F se află la intersecția forței P_1' cu reacțiunea reazămului stâng AD, iar punctul K se găsește la intersecția forței P_1'' cu dreapta DT'. Aceasta din urmă e paralelă cu OV. Momentul este pozitiv și este dat prin produsul dreptelor XG și OU adică :

$$(167) \quad M_x = \overline{XG} \times \overline{OU}$$

Coborâm din O perpendiculara OO_1 pe linia forțelor SQ. Din asemănarea triunghiurilor OO_1U și $XX'X'$ rezultă

$$\frac{XG}{XX'} = \frac{OO_1}{OU}$$

sau

$$(168) \quad XG \times OU = XX' \times OO_1$$

Din (167) și (168) deducem că :

$$(169) \quad M_x = OO_1 \cdot XX'$$

Și aci OO_1 fiind distanța polară în poligonul forțelor este o constantă și egală în valoare absolută cu reacțiunea verticală a reazămului ; urmează deci că pentru toate secțiunile între A și T momentul e proporțional cu XX' adică cu *distanța orizontală de la secțiune la rezultanta respectivă KF*. Dacă proiectăm punctele K și F pe o verticală d. ex. în K'' și F'' găsim $K''F'' = \frac{h}{2}$ căci $K''F''$ e distanța dintre cele 2 rezultante P_1' și P_1'' distanța care este totdeauna egală cu $\frac{h}{2}$ ori care ar fi poziția secțiunii X între A și T.

Când X se mișcă dela A la T, punctul F se mișcă dela A la D iar punctul K dela D la T'. In acest timp dreapta KF învâluește o parabolă care e tangentă la dreptele AD și DT' punctele de contact fiind A și T'. Punctul de contact pe KF se găsește totdeauna la intersecția X' a acestei drepte cu orizontala secțiunii.

Să considerăm acum secțiunea Z situată între C și B. Asupra ei lucrează reacțiunea R_1 și forțele P_1 , P_2 și P_3 în care P_1 e rezultanta celor 2 forțe P_1' și P_1'' , P_2 = rezultanta forțelor dela T la C iar P_3 este rezultanta forțelor dela C la Z. In poligonul forțelor (fig. 59) avem $P_1 = SV$, $P_2 = VW$, $P_3 = WY$ și $R_1 = OS$. Rezultanta acestor 4 forțe este egală în mărime cu OY iar direcția și poziția ei sunt determinate prin dreapta LN (fig. 58). Momentul este negativ și se exprimă prin produsul $ZM.OY$. Din asemănarea triunghiurilor ZMZ' și OO_1Y rezultă că $ZM.OY = OO_1.ZZ'$ deci

$$(170) \quad M_z = OO_1.ZZ'$$

Prin urmare și în acest caz *momentul e proporțional cu distanța orizontală dela secțiune la rezultanta respectivă.*

Când Z se mișcă dela C la B dreapta LN învâluește o parabolă tangentă la dreapta BE în B și la dreapta EJ în C. Această paralelă trece și prin T' și este tangentă la dreapta DT'.

Dacă secțiunea s'ar afla între T și C momentul ar fi pozitiv.

Cele 2 parabole $AX'T'$ și $T' CZ'B$ care au o tangentă comună în T' formează linia momentelor pentru forțele date.

87. Din cele ce preced vedem că *linia momentelor este independentă de poziția secțiunii și depinde numai de poziția forțelor uniform repartizate. Momentul este proporțional cu distanța orizontală dela secțiune la linia momentelor, coeficientul de proporționalitate fiind egal în valoare absolută cu reacțiunea verticală a reazămelor. Linia momentelor se compune din 2 părți cari au o tangentă comună în punctul de intersecție cu orizontala tangentă.*

Semnul momentului dacă e pozitiv sau negativ se poate ușor deduce din direcția forțelor cu ajutorul poligonului forțelor și al poligonului funicular.

88. Am văzut că dreptele DE sunt tangente la linia

momentelor într'un punct X' , situat pe orizontala secțiunii. Paralelele la dreptele DE duse prin polul O al poligonului forțelor ne determină rezultanta tuturilor forțelor și reacțiunilor cari lucrează asupra secțiunilor respective. Astfel JO (fig. 57) e rezultanta respectivă pentru secțiunea X (fig. 56) deasemenea OU (fig. 59) pentru secțiunea X din fig. 58. Prin urmare dacă cunoaștem linia momentelor și poligonul forțelor vom putea determina ușor rezultanta tuturilor forțelor și reacțiunilor cari lucrează asupra unei secțiuni ducând o orizontală prin secțiune și tăind linia momentelor într'un punct prin care ducem o tangentă la linia momentelor. Paralela la această tangentă în poligonul forțelor ne dă rezultanta căutată.

89. Linia momentelor se compune din drepte și parabole când forțele nu lucrează asupra arcului întreg, și se compune din 2 parabole când forțele se întind dela un reazăm la celalt. În punctul corespunzător punctului T avem un punct de rebroussement în linia momentelor. Când încărcările sunt intermitente linia momentelor se compune din drepte, cari corespund părților arcului neacționate de forțe și din parabole, cari corespund încărcărilor. Parabolele au axe lor orizontale. Dreptele din linia momentelor sunt tangente la parabolele învecinate. Momentele s'ar afla de altfel tot ca și la cazurile citate anterioare înmulțind distanța orizontală dela secțiune la linia momentelor cu reacțiunea verticală a reazămului. Nu mai insistăm asupra acestui caz de oarece ar trebui să repetăm cele spuse mai sus.

c) *Puteri tăietoare.*

90. Vom cerceta pe de o parte *puterile verticale* iar pe de alta *puterile orizontale*.

aa) *Puterile verticale* V_x . Oricare ar fi secțiunea vom avea puterea verticală $V_x =$ componenta verticală a reacțiunii reazămului stâng adică

$$(171) \quad V_x = A.$$

Prin urmare formulele (130)—(135) care ne determină

valorile reacțiunii A ne dau și valorile puterii verticale V_x .

bb) *Puteri orizontale* H_x . După poziția forțelor și a secțiunii vom distinge următoarele cazuri.

a) *T se află între A și C . Forțele uniforme repartizate se întind dela A la T . Secțiunea se află între A și T .* Pentru acest caz avem în virtutea ecuațiunilor (130):

$$(172) \quad H_x = H_1 + p y = p \left((y - h) + \frac{h^2}{2 K_2} \right)$$

β) *T se află între A și C . Forțele se întind dela A la T . Secțiunea se află între T și B .* Vom avea în virtutea ecuațiunilor (130)

$$(173) \quad H_x = H_1 + p h = \frac{p h^2}{2 K_2}$$

γ) *T se află între A și C . Forțele se întind dela T la B . Secțiunea se află între A și T .* În acest caz $H_x = H_1$ deci în virtutea ecuațiunilor (131)

$$(174) \quad H_x = -p \gamma + \frac{p}{2 K_2} \left[\gamma^2 + 2\gamma(f + \delta) \right] - \frac{p f^2}{2 K_3}$$

δ) *T se află între A și C . Forțele se întind dela T la B . Secțiunea se află între T și B .* Vom avea în virtutea ecuațiunilor (131)

$$(175) \quad H_x = H_1 + p(h - y) = p(f + \delta - \gamma) + \frac{p}{2 K_2} \left[\gamma^2 + 2\gamma(f + \delta) \right] - \frac{p f^2}{2 K_3}$$

Σ) *T se află între A și C . Forțele se întind dela A la B . Secțiunea se află între A și T .* Vom avea:

$H_x = H_1 + p y$ sau în virtutea ecuațiunilor (132)

$$(176) \quad H_x = p(y - \gamma - h) + \frac{p}{2 K_2} \left[\gamma^2 + h^2 + 2\gamma(f + \delta) \right] - \frac{p f^2}{2 K_3}$$

ζ) *T se află între A și C . Forțele se întind dela A la B . Secțiunea se află între T și B .*

Vom avea $H_x = H_1 + p h + p (h-y)$ sau în virtutea ecuaţiunilor (132)

$$(177) \quad H_x = p (h-y-\gamma) + \frac{p}{2 K_2} \left[\gamma^2 + h^2 + 2\gamma (f+\delta) \right] - \frac{p f^2}{2 K_3}$$

η) *T se află între C şi B. Forţele se întind dela A la T. Secţiunea se află între A şi T.* În virtutea ecuaţiunilor (133) vom avea

$$(178) \quad H_x = -p (f+\delta-y) + \frac{p}{2 K_2} (f+\delta)^2 - \frac{p}{2 K_3} (\gamma^2 + 2\gamma f)$$

θ) *T se află între C şi B. Forţele se întind dela A la T. Secţiunea se află între T şi B.* În virtutea ecuaţiunilor (133) vom avea

$$(179) \quad H_x = p \gamma + \frac{p}{2 K_2} (f+\delta)^2 - \frac{p}{2 K_3} (\gamma^2 + 2\gamma f)$$

ι) *T se află între C şi B. Forţele se întind dela T la B. Secţiunea se află între A şi T.* În virtutea ecuaţiunilor (134) vom avea

$$(180) \quad H_x = -\frac{p}{2 K_3} (\gamma+f)^2$$

K) *T se află între C şi B. Forţele se întind dela T la B. Secţiunea se află între T şi A.* Vom avea

$H_x = H_1 + p (h-y)$ sau în virtutea ecuaţiunilor (134)

$$(181) \quad H_x = p (h-y) - \frac{p}{2 K_3} (\gamma+f)^2$$

ι) *T se află între C şi B. Forţele se întind dela A la B. Secţiunea se află între A şi T.* Ținând seama de ecuaţiunile (135) vom avea

$$(182) \quad H_x = -p (f+\delta-y) + \frac{p}{2 K_2} (f+\delta)^2 - \frac{p}{2 K_3} (2\gamma^2 + f^2 + 4\gamma f)$$

μ) *În fine T se află între C şi B. Forţele se întind dela A la B iar secţiunea se află între T şi B.*

Ținând seama de ecuaţiunile (135) avem

$$(183) \quad H_x = p (h+\gamma-y) + \frac{p}{2 K_2} (f+\delta)^2 - \frac{p}{2 K_3} (2\gamma^2 + f^2 + 4\gamma f)$$

91. Dacă în loc de puterile verticale V_x şi orizontale

H_x vom să ne servim de puterile normale N_x vom întrebuința formula

$$(184) \quad N_x = V_x \sin \varphi + H_x \cos \varphi$$

în care după poziția forțelor și a secțiunii vom introduce pentru V_x și H_x valorile respective și anume pentru V_x din ecuațiunile (130)—(135) iar pentru H_x din ecuațiunile (172)—(183). Neprezentând nici o greutate rezolvirea acestor ecuațiuni, renunțăm de a urmări mai departe aceste calcule.

92. Formulele arătate mai sus dau mult de calculat și pot da naștere la erori. Vom indica metoda grafică, care ne duce mai repede și mai simplu la rezultat.

Am văzut că dacă ducem prin secțiune o orizontală și tăiam linia momentelor găsim rezultanta tuturor forțelor care lucrează asupra secțiunii, ducând prin polul poligonului forțelor o paralelă la tangentă dusă la linia momentelor prin punctul ei de intersecțiune cu orizontala secțiunii. Astfel în fig. 57. OJ ne dă această rezultantă pentru secțiunea X . Dacă vom descompune această rezultantă în 2 componente dintre cari una orizontală iar cealaltă verticală, găsim puterile H_x și V_x . Dacă descompunem însă forța OJ în 2 componente dintre cari una să fie paralelă cu tangenta la arc în secțiunea X iar cealaltă perpendiculară pe dânsa găsim că prima componentă este egală cu puterea normală N_x iar cealaltă cu puterea tangențială T_x . În fig. 57 avem aceste descompuneri și este ușor de văzut că

$$V_x = OK \text{ și } H_x = KJ \quad (185)$$

$$\text{și} \quad N_x = OJ' \text{ și } T_x = J'J \quad (186)$$

În fig. 56 și 57 sunt indicate poziția, direcția și mărimea acestor 2 forțe N_x și T_x .

d) Momente în raport cu punctele principale ale sâmburelui central.

93. Când secțiunea arcului este o figură geometrică regulată astfel încât să putem găsi cu ușurință sâmburul central atunci determinăm eforturile în fibrele extreme cu ajutorul momentelor în raport cu punctele principale ale

sâmburului central fără a mai determina momentele de flexiune și puterile tăetoare în raport cu centrul de gravitate al secțiunii.

Pentru a arăta cum determinăm în mod grafic momentele în raport cu punctele principale ale sâmburului central să considerăm fig. 60 un arc de cerc cu 3 articulațiuni A, C și B. Linia întreruptă A T C B reprezintă axa arcului, a cărui secțiune o considerăm constantă și dreptunghiulară, afară de vecinătatea articulațiilor unde secțiunea e variabilă. Să considerăm secțiunea X X'. Forțele uniform repartizate acționează de ex. de la stânga la dreapta și se întind de la A până la punctul culminant T₁ al fibrei exterioare, adică pe înălțimea $h_0 = A_1 T_1'$. Rezultanta acestor forțe $P_1 = p h_0$ se află la mijlocul înălțimei h_0 . În fig. 61 am dus pe o orizontală, distanța $GL = P_1$. Determinăm în modul cunoscut reacțiunile date ca mărime și direcție prin dreptele O G și L O iar ca pozițiune prin D A și B D. Determinăm de asemenea în secțiunea X X' punctele principale S și I ale sâmburului central (secțiunea fiind dreptunghiulară avem $XS = SI = IX' = \frac{XX'}{3}$).

Asupra secțiunii lucrează reacțiunea D A și forța P_1' care este rezultanta forțelor orizontale, ce se întind de la A până la X₁'. (X₁' se află pe orizontala, ce trece prin punctul extrem superior X al secțiunii). Să presupunem că în fig. 61 distanța G K reprezintă rezultanta P_1' , atunci O K este rezultanta reacțiunii D A și a forței P_1' , iar poziția acestei rezultante este dată prin dreapta F E a poligonului funicular A E F B. Pentru orice secțiune situată între A și T liniile B D și D A rămân fixe iar dreapta F E învâluiește o parabolă. Această parabolă este tangentă la A D în A, la B D în T₁" și la F E în X₁. (T₁" se află la intersecția dreptei B D cu orizontala prin T₁ și X₁ la intersecția dreptei F E cu orizontala ce trece prin punctul extrem superior al secțiunii respective). Această parabolă reprezintă linia momentelor pentru secțiunile dintre A și T, iar pentru secțiunile dintre T și B. linia momentelor este dreapta T₁" B.

Dacă ducem prin S și I, 2 drepte orizontale, ele tăc

linia momentelor în S_1 și I_1 . Vom avea atunci momentele căutate date de următoarele 2 ecuațiuni:

Momentul în raport cu punctul principal superior S :

$$(187). \quad M_s = S S_1. OM$$

iar în raport cu punctul principal inferior I

$$(188). \quad M_i = I I_1. OM$$

Deci construcțiunea e analoagă ca la determinarea momentelor de flexiune ale centrelor de gravitate ale secțiunilor. *Momentele căutate sunt date prin produsul dintre distanța orizontală de la punctul principal la linia momentelor și reacțiunea verticală a reazământului.*

L. Cazuri speciale. Grinzi simetrice.

94. Dacă presupunem că A și B se află pe aceeași orizontală iar punctul C coincide cu T avem cazul unui arc simetric. Formulele pentru determinarea reacțiunilor, momentelor etc. se simplifică prin faptul că $\gamma = \delta = 0$. Lăsăm în seama cititorului de a face acele reduceri și de a găsi formulele necesare.

Metoda grafică e aceeași ca și pentru cazul general. În fig. 62—65 sunt desenate linia momentelor în raport cu centrele de gravitate ale secțiunilor pentru 2 feluri de încărcări. În fig. 62—63 pentru forțe uniforme repartizate care se întind de la reazământ stâng până la articulația intermediară, în al 2-lea caz pe toată lungimea arcului. (fig. 64 și 65). Forțele sunt considerate ca fiind dirijate de la stânga la dreapta.

În primul caz linia momentelor se compune dintr'o parabolă tangentă la ambele reacțiuni, punctele de contact fiind articulația reazământului stâng și articulația intermediară și dintr'o dreaptă care coincide în poziție cu reacțiunea reazământului drept. În cazul al 2-lea avem 2 parabole care au o tangentă verticală comună în articulația intermediară, fiecare din reacțiuni fiind tangentă la una din parabole, punctele de contact respective coincidând cu articulațiile reazămelor. Pentru secțiunea X (fig. 62) avem $M_x = X X' \times O M$, $V_x = O M$ și $H X = M L$, $N_x = O L'$ și $T_x = L' L$. (fig. 62 și 63).

Pentru cazul încărcării totale (fig. 64 și 65) am desenat numai linia momentelor și poligonul forțelor. Din cele expuse până acum se va putea cu ușurință găsi pentru orice secțiune atât momentul cât și puterile tăietoare.

Se înțelege de sine că pentru încărcări intermitente vom avea ca și în cazul general linia momentelor compusă din parabole corăspunzătoare părților încărcate și din drepte pentru părțile de arc nesupuse acțiunii forțelor. Fiecare din aceste drepte va fi tangenta la parabolele învecinate, iar toate aceste parabole vor avea axe orizontale.

CAP. II.

Grinzi în zăbrele.

A. Forțe verticale izolate. Linii de influență.

95. Să considerăm o grindă în zăbrele (fig. 66) cu 3 articulațiuni A, C, B, în care articulația reazământului B se află mai sus de cât articulația reazământului A. Distanța verticală între dânsese să o însemnăm cu δ , iar distanța verticală resp. orizontală dintre articulația intermediară C și articulația B a reazământului drept să o însemnăm cu f respectiv e . Putem găsi reacțiunile, momentele, puterile tăietoare etc. prin formulele găsite la grinzile pline. Momentele se vor determina în raport cu *nodurile* barelor, care vor înlocui funcțiunea *centrelor de gravitate* ale secțiunilor grinzilor pline

De oarece însă scopul final al calculelor fie analitice fie grafice pentru grinzile în zăbrele este *determinarea eforturilor în barele grinzii* vom arăta modul cum se găsesc *liniile de influență ale forțelor interioare din barele grinzii*.

Pentru acest scop să considerăm o forță verticală $P=1$, acționând asupra grinzii în diferite noduri din talpa superioară. Pentru fiecare poziție vom putea cu ajutorul fig. 67 găsi reacțiunile reazământelor. Să presupunem că forța $P=1$ are poziția P_1 în nodul 4. Unim B cu C și tăiem P_1 în D și unim D cu A (fig. 66). În fig. 67 avem $MN=P_1=1$. Ducem prin M paralela MO la BC și prin N paralela NN₁ la AD. Reacțiunea din stânga R_1 este dată ca mărime și

direcție prin NN_1 iar reacțiunea din dreapta R_2 prin N_1M , poziția primei coincide cu AD , iar celelalte cu BD . Dacă coborâm din N_1 perpendiculara N_1N' , pe MN avem

$$\text{Reacțiunile verticale } A = NN_1' \text{ și } B = N_1'M \quad (189)$$

$$\text{iar cele orizontale } H_1 = N_1'N_1 \text{ și } H_2 = N_1N_1' \quad (190).$$

Dacă forța $P=1$ depășește articulația C și s'ar afla de ex. în poziția P_3 peste nodul 11 atunci unim A cu C și tăiem forța P_3 în E și unim E cu B . Prin N ducem paralela NO la AC și prin M paralela MM_1 , la EB . În acest caz avem reacțiunile date ca mărime și direcție: cea din stânga R_1 prin NM_1 iar cea din dreapta R_2 prin M_1M iar pozițiile lor coincid cu AC respectiv BE . Coborând perpendiculara M_1M_1' pe MN vom avea:

$$\text{Reacțiunile verticale } A = NM_1' \quad B = M_1'M \quad (191)$$

$$\text{și reacțiunile orizontale } H_1 = M_1'M_1 \quad H_2 = M_1M_1' \quad (192).$$

Să considerăm acum o bară d. ex. bara 4—6 din talpa superioară. Linia de influență a forțelor interioare în această bară se compune după cum vom vedea din 3 drepte corăspunzătoare celor 3 intervale determinate prin verticalele duse prin articulații și nodul 5 corăspunzător barei. Când forța P se află la stânga nodului 5, rezultanta forțelor și reacțiunilor care se afla la stânga acestui nod și care ar trebui descompusă în cele 3 bare 4—6, 4—5 și 3—5 din secțiunea XX' se compune din reacțiunea reazămului stâng și forța P_1 . Dacă P se mișcă de la A la C , mărimea și direcția reacțiunii reazămului stâng ne sunt indicate printr'o dreaptă care se învârtește în jurul punctului N (fig. 67), având o extremitate în N , iar cealaltă pe MO . Dacă combinăm aceste reacțiuni cu forța $P=1$ găsim rezultante care variază de la zero la MO . Aceste rezultante sunt proporționale cu distanța forței P de la verticala reazămului stâng, cea ce se poate demonstra astfel. Pentru poziția forței P_1 avem după cum am văzut $H_1 = N_1'N_1$. Dacă însemnăm unghiul constant NMO cu α avem

$$(193) \quad MN_1 = \frac{N_1'N_1}{\sin \alpha} = \frac{H_1}{\sin \alpha}$$

sau în virtutea ecuațiilor (4)

$$(194) \quad MN_1 = \frac{P \cdot a}{K_2 \sin \alpha}$$

De oarece $\frac{P}{K_2 \sin \alpha}$ e constant urmează că $M N_1$ este proporțional cu singura variabila a , adică rezultanta pe care o căutăm e proporțională cu a . De aci urmează că și forța în bara 4—6 e proporțională cu a .

Dacă forța P se află între verticală prin nodul 5 și între verticala articulației, rezultanta care trebuie descompusă în cele 3 bare tăiate de secțiunea XX' este identică cu reacțiunea reazămului, deci când P se mișcă de la verticala nodului 5 până la verticala articulației rezultanta căutată are mărimea și direcția indicată prin dreptele NN_2 , NN_3 NO .

Să considerăm rezultanta NN_3 . Prin perpendiculara N_3N_3' pe MN (fig. 67) o descompunem în 2 componente:

$$\begin{aligned} & \left. \begin{aligned} & NN_3' = A \\ \text{și} & N_3'N_3 = H_1 \end{aligned} \right\} \quad (195) \end{aligned}$$

Dar A este proporțional cu $(K_1 - a)$ și H_1 e proporțional cu A .

Dacă deci în loc de a descompune forța NN_3 în cele 3 forțe paralele cu barele tăiate de secțiunea XX' am descompune fiecare din componentele ei NN_3' și $N_3'N_3$ în câte 3 forțe paralele cu barele sus numite am obține pentru bara 4—6:

O forță provenind din descompunerea forței NN_3' în cele 3 direcțiuni care va fi și dânsă proporțională cu $K_1 - a$ și o a 2-a forță provenind dela descompunerea forței $N_3'N_3$ în cele 3 direcțiuni și care va fi proporțională cu a .

Cu alte cuvinte am obține 2 linii de influențe reprezentate prin drepte, prima având origina în B' (fig. 66) iar a doua în A .

Adunând ordonatele acestor 2 drepte obținem o altă dreaptă și luând în considerare numai porțiunea dintre verticalele prin 5 și C obținem partea a 2-a a liniei de influență pentru bara 4—6.

În fine când P se află între C și B , rezultanta căutată este reacțiunea reazămului stâng care are poziția constantă AC iar mărimea ei variază dela NO la zero. Să conside-

răm una din aceste valori d. ex. $N M_2$ care corespunde poziției lui P în nodul 9.

Ducând perpendiculara $M_2 M_2'$ pe $N M$ avem

$$N M_2 = \frac{M_2' M_2}{\sin \beta} = \frac{P (1 - a)}{K_3 \sin \beta} \quad (196)$$

adică forța $N M_2$ este proporțională cu $l - a$ deci și forța în bara 4—6 e proporțională cu $l - a$. Așa dar a 3-a parte a liniei de influență este o dreaptă ce trece prin B .

Așa dar pentru o bară din talpa superioară, linia de influență a forțelor interioare se compune din 3 drepte. Dacă am cunoaște pentru fiecare dreaptă 2 puncte ar fi ușor de construit linia de influență. Am văzut că prima dreaptă are pentru reazămul stâng ordonata zero, deasemenea și ultima dreaptă are pentru reazămul drept ordonata tot zero. Ne mai lipsesc deci 4 puncte. Să considerăm fig. 68 în care s'a construit linia de influență căutată $A_7 E_8 C_8 B_7$. Prelungim $A_7 E_8$ până ce taie verticala articulației în C_8' iar dreapta $C_8 E_8$ o prelungim până ce taie verticala reazămului stâng în A_8 . Dacă cunoaștem pozițiile punctelor A_8 , C_8 și C_8' linia de influențe e determinată.

Observăm că avem ordonate $C_7 C_8$ care nu este altceva de cât influența unei forțe $P=1$ aplicate în articulația C .

Deasemenea $A_7 A_8$ fiind ordonata dreptei de mijloc a liniei de influență se poate considera ca influența unei forțe $P=1$ aplicată în A însă socotită ca și cum ar face parte din seria forțelor situate între 5 și C iar $C_7 C_8'$ se poate considera ca influența unei forțe $P=1$ aplicate în articulația C dar făcând parte din seria forțelor între A și nodul 5.

Prin urmare ca să determinăm ordonata $C_7 C_8$ n'avem decât să determinăm printr'un plan Cremona (fig. 69) forțele interioare din barele sistemului rezultate din aplicarea unei forțe $P=1$ în articulația C . În fig. 69 am determinat reacțiunile R_1 și R_2 pentru forța $P=1$ în C și am descompus apoi reacțiunea R_1 în forțele barelor dela stânga lui C , iar reacțiunea R_2 în forțele barelor dela dreapta lui C . La fiecare forță am indicat prin $+$ sau $-$ dacă forța reprezintă o tensiune ($+$) sau o compresiune ($-$).

Pentru a determina ordonatele $A_7 A_8$ am desenat un al 2-lea plan Cremona (fig. 70) pentru reacțiunea $A=1$

produsă de o forță $P=1$ în reazămul stâng, descompunând această reacțiune în forțele barelor la stânga articulației C. Pentru barele situate la dreapta articulației C construim un alt plan Cremona pornind dela reacțiunea $B=1$ (fig. 71). Prin faptul că în fig. 70 construim planul Cremona numai cu ajutorul reacțiunii $A=1$ fără a ține cont de forța $P=1$ învederăm faptul că socotim forța $P=1$ ca făcând parte din seria forțelor situate la dreapta ori cărui nod al barelor dintre A și C. Același lucru pentru fig. 71 unde socotim forța $P=1$ situată în B ca făcând parte din seria forțelor așezate la stânga nodurilor barelor dintre B și C.

În fine pentru a determina ordonatele $C_7 C_8'$ putem să ne servim de alte 2 planuri Cremona și anume sau de fig. 72 care ne dă valorile $C_8 C_8'$ sau de fig. 73 care ne dă direct $C_7 C_8'$. În primul caz considerăm forța $P=1$ aplecate în C și descompusă de o parte în forțele barelor din stânga lui C pe de altă parte în forțele barelor din dreapta articulației intermediare. În cazul al 2-lea (fig. 73) găsim reacțiunile $R_1 R_2$ ale unei forțe $P=1$ aplicate în C și descompunem reacțiunea din stânga R_1 în forțele barelor situate la dreapta articulației intermediare și reacțiunea din dreapta R_2 în forțele barelor din stânga articulației C începând descompunerile dela C spre reazăme, adică considerăm pentru barele din stânga lui C că forța $P=1$ aplicată în C face parte din forțele P situate la stânga ori cărui nod iar pentru barele din dreapta că P face parte din seria forțelor P situate la dreapta ori cărui nod.

96. Cele spuse despre o bară din talpa superioară se referă și la oricare bară din talpa inferioară. Linia de influență a forțelor interioare pentru o bară din talpa inferioară se compune din 3 drepte care se taie pe verticala articulației intermediare și pe verticala nodului respectiv. În fig. 68 avem linia de influență pentru forțele barei 4—6 din talpa superioară. Pentru bara 10—12 din talpa inferioară avem în fig. 74 linia de influență $A_1 C_2 M_1 B_1$. Prelungim $B_1 M_1$ până în C_2' pe verticala articulației și $C_2 M_1$ până la verticala reazămului drept adică până în B_2 avem iarăși ordonatele $C_1 C_2$, $C_1 C_2'$, $B_1 B_2$ și $C_2 C_2'$ pe care le găsim din planurile Cremona fig. 69—73 și anume $C_2 C_2'$ din fig. 72, $B_1 B_2$ din fig. 71 $C_1 C_2$ din fig. 69 și $C_1 C_2'$ din fig. 73. Obser-

văm că ordonatele din fig. 68 și 74 sunt luate în cazul nostru egale cu jumătatea lungimilor din planurile Cremona pentru a nu mări prea mult figurile. La calculul forțelor cu ajutorul acestor linii de influențe se va ține deci cont de scara în care sunt trecute aceste ordonate.

97. Dacă unim în fig. 66 punctul A cu nodul 5 al barei 4—6 și tăiem linia BC în F, verticala prin acest din urmă punct va tăia linia de influență a acestei bare (fig. 68) în punctul F_7 care are ordonata zero, căci ori ce forță $P=1$ în F ne produce o reacțiune R_1 a cărei poziție coincide cu A F deci trece prin nodul barei, așa dar momentul în raport cu nodul barei și deci forța în bară sunt egale cu zero. Așa dar și ordonata liniei de influență trebuie să fie egală cu zero.

Dreptele $A_7 C_8'$ și $A_8 C_8$ (fig. 68) se taie în E_8 . Acest punct trebuie să se afle pe verticală prin nodul 5 căci orice forță situată pe această verticală poate face parte din seria forțelor situate la stânga sau la dreapta nodului deci fie că considerăm linia de influență pentru una sau cealaltă serie va trebui să avem aceeași ordonată sub 5 așa dar cele 2 drepte se taie vertical sub 5 în E_8 .

98. Din cele expuse vedem că este suficient să cunoaștem numai ordonatele $A_7 A_8$ dacă cunoaștem poziția punctului F_7 pentru a construi linia de influențe căci unind A_8 cu F_7 și tăind verticala articulației în C_8 și verticala nodului în E_8 poligonul $A_7 E_8 C_8 B_7$ e determinat.

Dacă numim x distanța orizontală dela nod la verticala reazământului stâng și x' distanța dela nod la verticala articulației avem din fig. 66 și 68

$$(197) \quad \frac{A_7 A_8}{C_8 C_8'} = \frac{x}{x'}$$

adică dacă cunoaștem $A_7 A_8$ putem ușor deduce și $C_8 C_8'$ prin urmare avem un control pentru exactitatea lucrării.

(Va urma).

ERRATĂ

În articolul «*Grinzi în arc static determinate simple și continue*» s'au strecurat următoarele greșeli.

1. La pag. 180 în rândul al 3-lea din formula (94) să se citească A (1—e) în loc de A (1—c).

2. La pag. 181 în rândul al 3-lea din formula (96) să se citească A (1—e) în loc de A (1—c).

3. La pag. 184 rândul al 9-lea de sus să se citească «cu E_1 » în loc de «cu F_1 ».

4. La pag. 186 în tabela V coloana I ultimul rând să se citească $\delta + k_3$ în loc de $\delta - k_3$.

5. La pag. 186 formula (105) rândul al 3-lea să se citească $X'L =$ în loc de $XL =$ iar în rândul al 4-lea din aceeași formulă să se citească $y - \frac{k_2}{k_1} x$ în loc de $y \frac{k_2}{k_1} x$.

6. La pag. 189 în rândul al 23-lea de sus să se citească $XX_s =$ în loc de XX_3 .

7. La pag. 193 în formula (113) rândul al 2-lea să se citească $\sin \varphi$ în loc de $\cos \varphi$.

8. La pag. 196 în rândul al 4-lea din formula (114) să se citească $M'N$ în loc de $M'M$.

9. La pag. 196 în rândul al 7-lea de sus se va citi «spre A » în loc de «se A ».

10. La pag. 199 în rândul al 12-lea de sus să se citească B în loc de A .

11. La pag. 202 în rândul al 17-lea de sus să se citească *în* în loc de *cu*.

12. La pag. 203 în rândul al 8-lea de jos să se citească T_6' în loc de T_6 .

13. La pag. 206 în rândul al 9-lea să se citească C_3' cu A_7 în loc de C_8 A_7 .

STADIUL ACTUAL

al legiferării și organizării producerii și distribuției de energie electrică în Anglia, Austria și Olanda

Am avut ocazia, vorbind despre broșura d-lui prof. Bușilă «Problema energiei în România» să spunem câteva cuvinte asupra felului cum se prezintă această problemă pentru noi. Dat fiind că o intervenție din partea statului, în ce privește producerea și distribuția energiei nu mai poate întârzia și în vederea alcătuirii unei legislații, care să asigure un regim favorabil pentru punerea cât mai judicioasă în valoare a surselor noastre de energie, este bine să ne uităm să vedem ce-au mai făcut și alții în această direcție; de aceea dăm mai jos câteva informații cu privire la stadiul actual al chestiunii în țările mai sus amintite.

Intre țările care au pășit spre realizarea unei legislații a energiei având un punct de vedere bine determinat, notăm Anglia și Olanda.

În Anglia, față cu noile aspecte, pe care le prezintă problema energiei, imediat după încheierea păcii, s'a făcut un prim pas spre soluționarea ei prin alcătuirea și votarea unei legi («Electricity Supply Bill»), care avea să reglementeze producerea și distribuția energiei electrice, stabilind liniile generale ale politicii adoptate.

În baza acestei legi, un comitet de 5 membri, numit de către «Board of Trade», eră însărcinat să supravegheze felul cum se distribue energia electrică dela diverse centre de producție, precum și înființarea de centrale noi.

Asupra tuturor acestor chestiuni, comitetul referă ministerului de transporturi, după ce a ascultat în prealabil părțile interesate, luând avizul unei comisii special alcătuite. Legea precizează că 3 din membrii comisiei trebuie să fie

aleși exclusiv pe baza meritelor și activității lor științifice și economice.

Este de un deosebit interes să arătăm care sunt chestiunile asupra cărora comisiunea mai sus amintită este în special chemată să se pronunțe. Ea este cea care își dă avizul în ce privește autorizația pentru mărirea centralelor existente, aparținând comunelor, autorităților sau particularilor, impunând punctul său de vedere în ce privește felul curentului, tensiunea și frecvența aleasă; această autorizare nu se dă, decât în cazul, când se dovedește că energia produsă va reveni mai efin, decât dacă ar fi procurată dela o centrală străină.

Tot comitetul amintit se ocupă cu plasarea curentului, hotărând prețurile de vânzare; pentru realizarea scopurilor sale, cari sunt de a distribui curent cât mai ieftin și cât mai rațional din punct de vedere tehnic, comitetul împarte toată țara în «districte electrice»¹⁾. Asupra modalităților producerii și distribuției de curent electric, în fiecare district hotărăște o comisie compusă din reprezentanți ai autorităților, ai producătorilor și ai consumatorilor (Joint Electricity Authorities). În cazul când aceștia nu cad de acord, comitetul de cinci, stabilește modalitatea, care rămâne definitivă numai după aprobarea ministerului de transporturi.

Aplicarea dispozițiilor, care au rămas definitive, este supravegheată de comisia regională mai sus amintită.

În 1921, data ultimului congres internațional de căi ferate, din lucrările căruia luăm o parte din aceste date²⁾, existau în Anglia 13 asemenea districte.

Pentru realizarea scopului inițial al legiferării producerii și distribuției energiei, care este de a obține energia cât mai judicios și a economisi pe cât posibil sursele epuizabile de energie, trebuia avută în vedere posibilitatea de a suprima uzinele existente și care din cauza utilajului vechiu sau a unităților mici, produc energie cu un randament scăzut; deaceia în 1920, s'a votat o lege, care completează pe cea din 1918 și care hotărăște creditele ce vor

¹⁾ Aceste districte electrice sunt cu totul analoage cu «regiunile de energie» preconizate de d. prof. Bușilă în lucrarea amintită.

²⁾ Vezi și ETZ No. 5, 1 Februarie 1923.

fi puse la dispoziția comitetului de cinci și pe care comitetul este autorizat să le cheltuiască pentru achiziționarea de centrale sau pentru construirea pe seama statului de centrale noi, în locurile unde acest lucru ar părea convenabil.

Greutatea principală, care s'a prezentat în Anglia a fost unificarea diferitelor forme sub, care se producea și distribuia energia.

În această direcție, lucrările au fost mai ușoare în Olanda, unde existau mult mai puține varietăți de curent și tensiune. Pentru studiul aceleiași chestiuni, s'a procedat în această ultimă țară în felul următor: în 1919, uniunea centralelor electrice a ales o comisie, care să se ocupe cu normalizarea distribuției de energie electrică, în ce privește forma de producere și distribuție.

Concomitent cu aceasta, guvernul a însărcinat o altă comisie cu redactarea unui proiect de lege asupra producerii și distribuirii de către stat, a energiei electrice.

După propunerile acestei comisiuni, s'a depus în 1920, o lege asupra producerii și distribuției de curent electric, potrivit cărei a luat ființă o societate, alcătuită după normele regiei cointeresate și în care statul are influență predominantă. Această societate preia asupra ei producerea energiei electrice și distribuirea ei sub formă de alternativ, trifazat, 50.000 volți tensiune, luându-și în acelaș timp obligația de a răscumpăra centralele existente sau în construcție. Parlamentul a socotit acest proiect de lege, ca nesuficient studiat și guvernul a numit o nouă comisiune, care să revadă legea. În orice caz tendința în Olanda este spre o etatificare a sistemului de distribuție. Centralele existente vor rămânea ca întreprinderi private; construcția celor noi urmează a fi preluată de stat.

Dacă condițiile de detaliu pot fi diferite în Anglia și Olanda, de cele existente la noi, este totuși interesant de remarcat, că din punct de vedere al principiilor, care trebuie să rezide la baza unei legiferări a producerii și repartizării energiei, există o mare apropiere între cea ce s'a preconizat la noi și între soluțiile la care se ajunge în țările mai sus notate.

O altă țară în care s'a depus mult interes pentru sta-

bilirea unei politici de utilizare rațională a energiilor disponibile a fost Austria.

Primele încercări, datând încă din 1894, au avut ca scop creiarea de înlesniri pentru executarea de linii de fier și în special asigurarea dreptului de expropriere pentru terenul necesar stâlpilor. Această cerere nu s'a putut realiza; în schimb proiectul de lege din 1908, asigură oarecari drepturi pentru utilizarea căilor publice, impunând însă controlul statului asupra întreprinderilor, precum și menținerea unui tarif maximal. Acest proiect s'a lovit însă de o opoziție puternică din partea cercurilor interesate. Totuși dispozițiile de mai sus se mențin în legislația proiectată puțin înaintea războiului și care trebuia să formeze baza politicii statului în chestiunea electricității.

După războiul mondial, noua situație creiată Austriei făcea ca rezolvarea problemei energiilor să fie și mai acută și guvernul desvoltă o largă activitate în această direcție. Pe deoparte se pornește în mod hotărât spre electrificarea căilor ferate și utilizarea căderilor de apă, pe de alta se depune în 1918 un proiect de lege, care trebuia să reglementeze înființarea de noi întreprinderi și exploatări electrice. Având să aleagă între cele două extreme regia și sistemul întreprinderilor particulare, proiectul de lege din 1918 înclină vădit spre soluția regiei cointeresate. Autorizațiile pentru executarea de centrale se dau sub forma de concesiuni, pe o perioadă de 60 de ani în cazul întreprinderilor pur private și 90 de ani în cazul întreprinderilor, având forma unei regii cointeresate. Proiectul n'a putut fi însă pus în aplicare, guvernele, care s'au succedat în 1919, sub influența ideilor socialiste, revenind și preconizând, în alte proiecte prezentate, socializarea tuturor instalațiilor și întreprinderilor pentru producerea și distribuția electricității. Nici în această direcție nu s'a putut însă realiza nimic dintr'un vițiu fundamental al proiectelor depuse: starea actuală a Austriei nu permitea realizarea cu mijloace proprii a lucrărilor avute în vedere și atât guvernul, cât și parlamentul trebuind să admită conlucrarea capitalului străin. Dispozițiile prevăzute de lege nu ofereau însă destule garanții pentru capital așa încât acesta nu s'a oferit. O parte bună prezintă însă ultimile proiecte prin preve-

derea dreptului de expropriere, în scopul executării de instalații electrice.

În concluzie se poate spune că în prezent nu există încă o legislație definitivă a energiilor nici în Austria.

Din legea din 1918, au rămas, în parte în vigoare, normele pentru obținerea de autorizații pentru executarea de centrale noi; aceasta se face conform ordonanței ministeriale din 25 Martie 1918, care prevede între altele, observarea prescripțiilor de siguranță ale Uniunii electricienilor Austriaci.

În ce privește restul, cea mai mare aprobare pare să o aibă ultimul proiect de lege. Dispozițiile acestuia lasă o largă libertate regimului de exploatare al întreprinderilor electrice, nefăcând nici o deosebire între întreprinderi private și publice și considerând în general întreprinderile electrice ca intrând sub regimul dreptului comun. Anumite restricții și drepturi de control sunt atribuite autorităților regionale, atunci când întreprinderea solicită drepturi speciale precum drepturi de trecere, exproprieri etc.

Dacă cu toate încercările făcute, nu s'a realizat ceva definit, în schimb statul austriac este într'un stadiu foarte înaintat cu lucrările de electrificare a căilor ferate și de utilizare a căderilor de apă pentru deservirea scopului de mai sus, lucrări ce le-a întreprins pe compt propriu.

În privința felului cum au fost aplicate în Anglia și Olanda, măsurile legislative preconizate mai sus, putem da următoarele date:

În Anglia, comisia de cinci (Electricity Commissioners) publică în 1922, a doua dare de seamă dela intrarea în vigoare a noii legislații și din care rezultă că organele prevăzute au luat în mod real, conducerea întregii produceri și distribuții de curent în Regatul-Unit. Nici o nouă centrală nu s'a mai înființat fără încuviințarea comisiei; din contră după lucrările încheiate până în toamna trecută, 34 de centre urmau să fie scoase din funcțiune. După cum rezultă din publicațiile comisiei, 34 de centrale urmau să fie scoase imediat din funcție ca fiind neeconomice. Tot odată din aceleași surse rezultă că răul principal, pentru înlăturarea căruia, organele în drept trebuie să depună toate efortările, este coexistența în număr mare, în Anglia, a cen-

tralelor mici, cu randament scăzut. Producția totală a centralelor mari, având un debit de peste 25 milioane kw. ore anual, reprezintă 60% din producția totală, față cu 75%, în Germania. Consumația specifică, medie de cărbune a fost în 1921/1922 de 1,3 kg/kwo.

Districtele electrice organizate și care erau 13 în 1921, au crescut la 15. În cursul anului 1921/1922, comisia a aprobat instalarea de centrale noi, având o putere totală de 30780 kw și extinderi ale centralelor existente, reprezentând 100.000 kw. S'au deschis credite în valoare de 13.000.000 lire st. pentru refacerea și extinderea uzinelor comunale. O altă latură a activității comisiei a fost cercetarea tarifelor și stabilirea prețurilor maxime ale energiei electrice; în cursul anului i s'au adresat 50 de cereri pentru mărirea tarifului, din care au fost aprobate 48.

În Olanda, deși după cum am văzut, n'avem încă o lege definitivă, totuși liniile generale ale politicii urmate au fost determinate. Sunt în total 20 de centrale, având o putere de peste 4000 kw, și care urmează a fi administrate ca întreprinderi publice. În stadiul definitiv, după cum am văzut, tot sistemul de distribuție va aparține statului și lucrările au început în această direcție. Așa s'a stabilit ca sistemul de bare naționale să aibe o tensiune de 50000 volți și una din ultimile lucrări executate, în cadrul planului general este executarea liniei de 50.000, având 20 km. lungime și o capacitate de 6000 kw. Această linie urmează să lege centrala statului de la minele Hoensbroek, cu Maastricht, punctul cel mai încărcat al rețelei de 10.000 volți, care alimentează provincia Limburg. Stația de transformare de la Maastricht, având o capacitate actuală de 3000 kw. și care reprezintă punctul de vedere tehnic, adoptat pentru instalarea stațiilor de transformare. Asupra detaliilor constructive ale acestei stațiuni, recomandăm articolul d-lui Bellaar Spruyt (Maastricht) din «Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke» No. 332, Martie 1922. Destul să spunem aci că, în legătură cu rezultatele obținute în Statele-Unite, stațiunea este construită în aer liber și corespunde celor mai noi dispozitive consacrate de experiența obținută pe acest tarâm.

I. Aprihăneanu

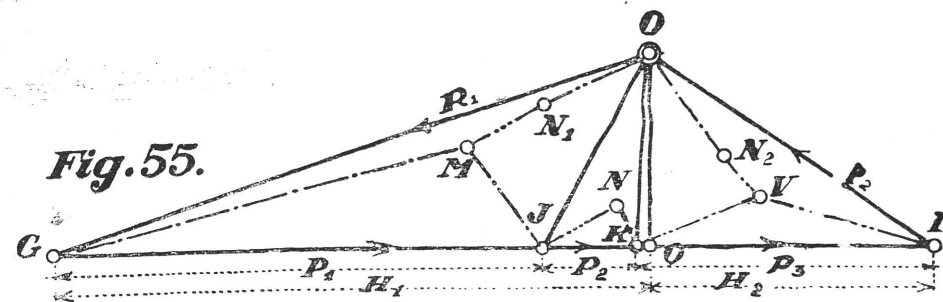
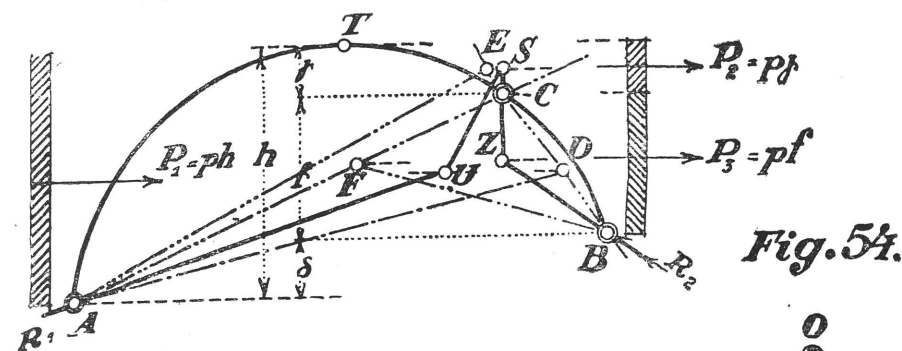
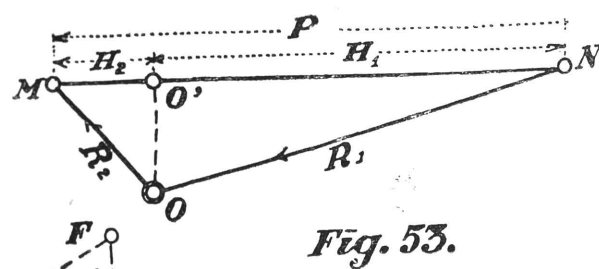
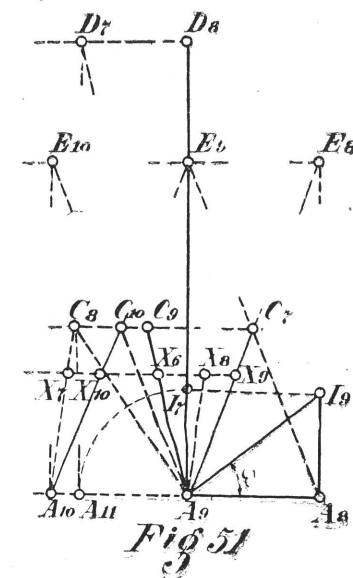
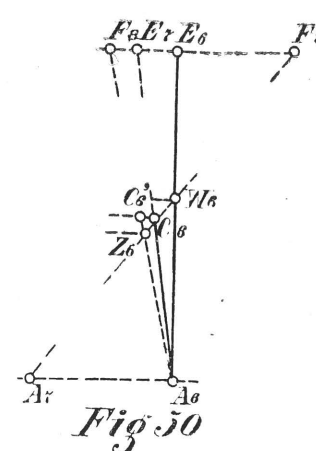
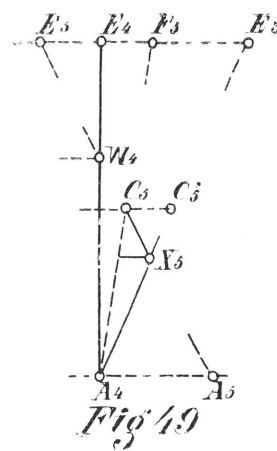
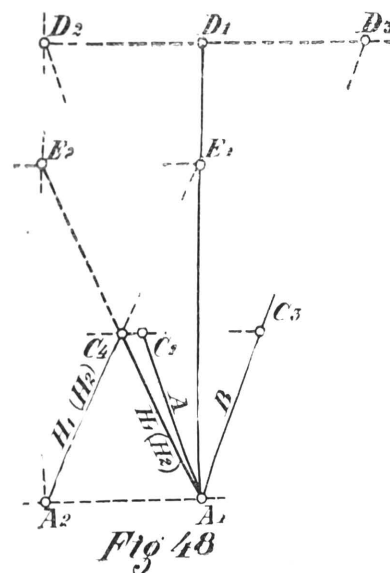
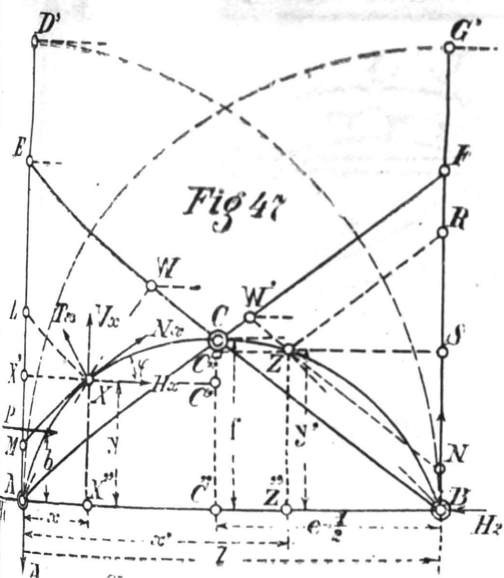


Fig. 52.

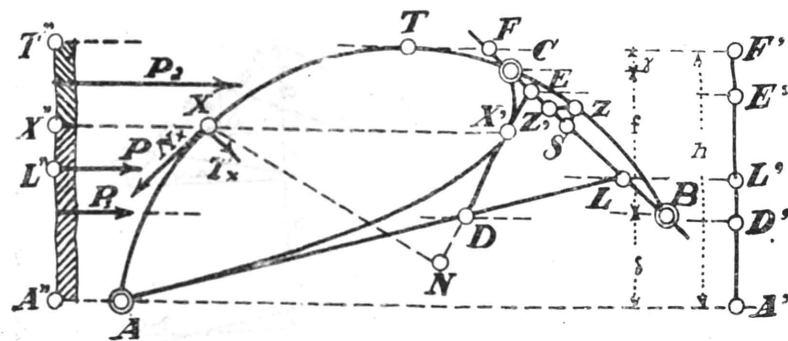


Fig. 56.

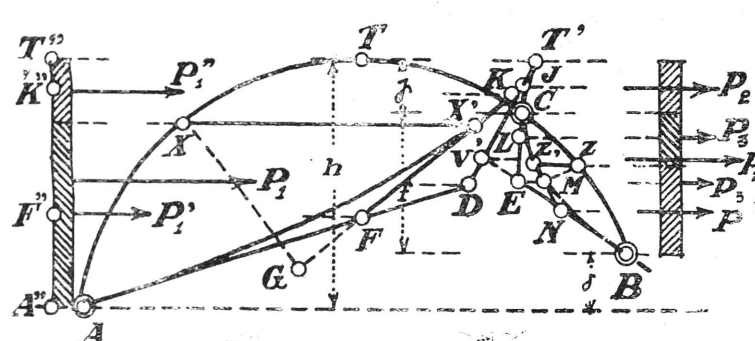


Fig. 58.

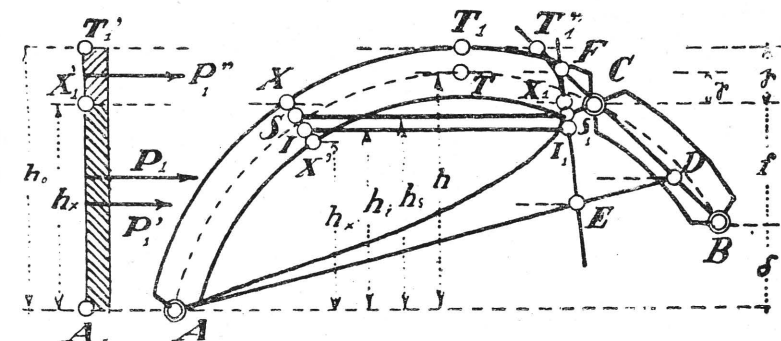


Fig. 60.

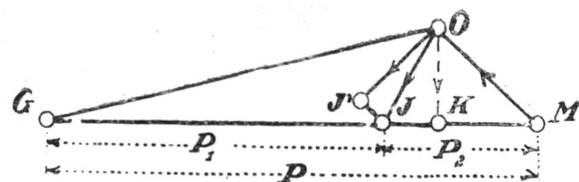


Fig. 57.

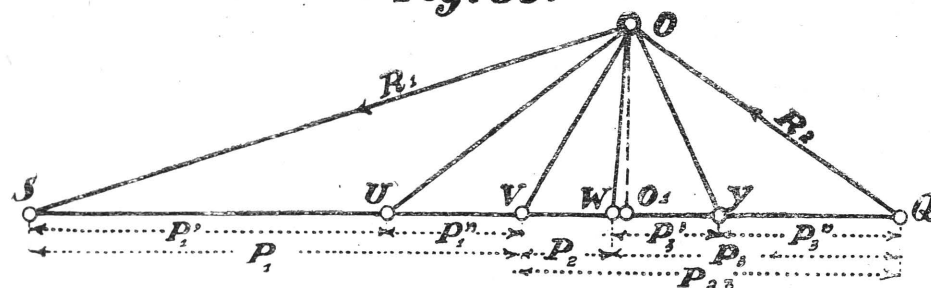


Fig. 59.



Fig. 61.

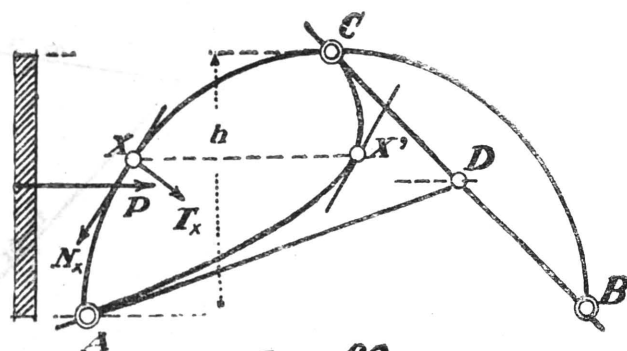


Fig. 62.

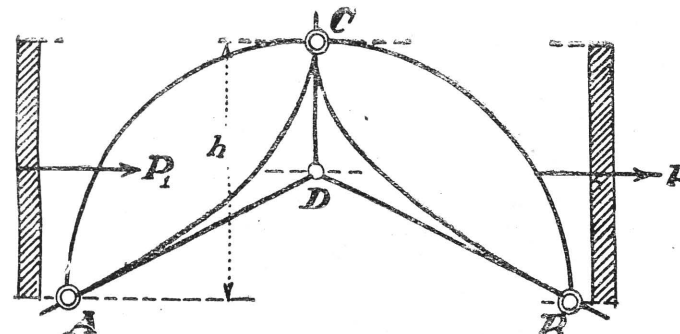


Fig. 64.

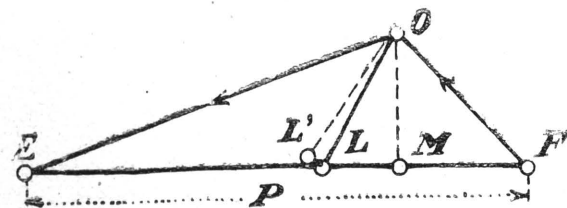


Fig. 63.

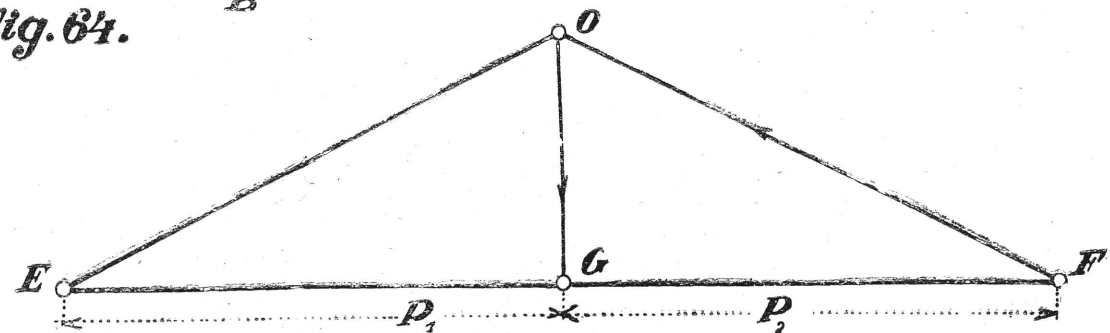


Fig. 65.

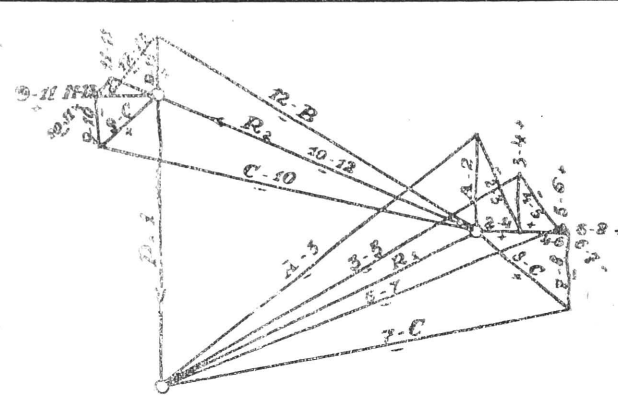
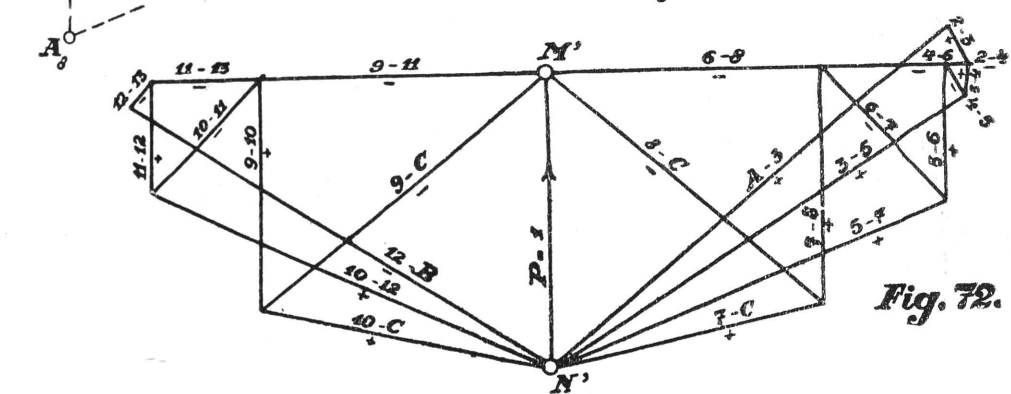
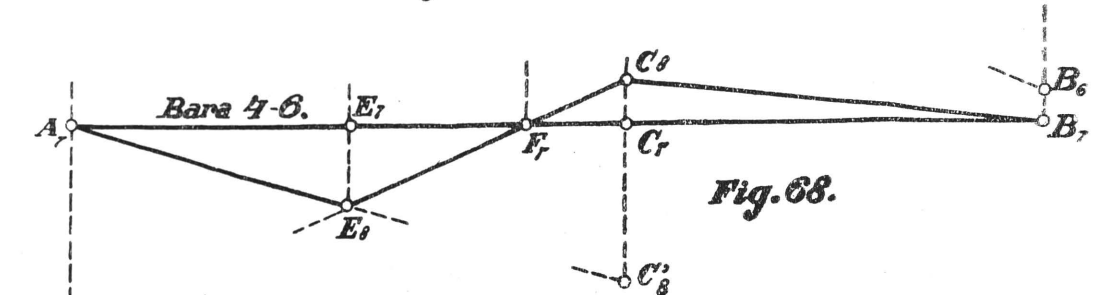
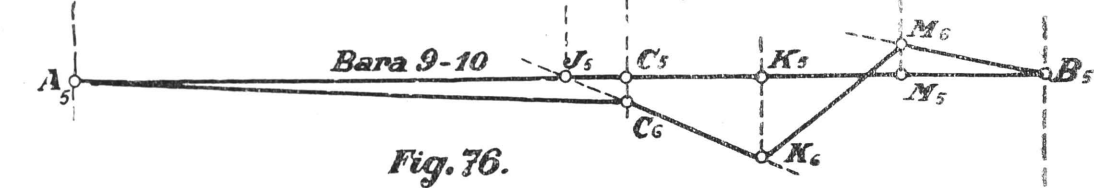
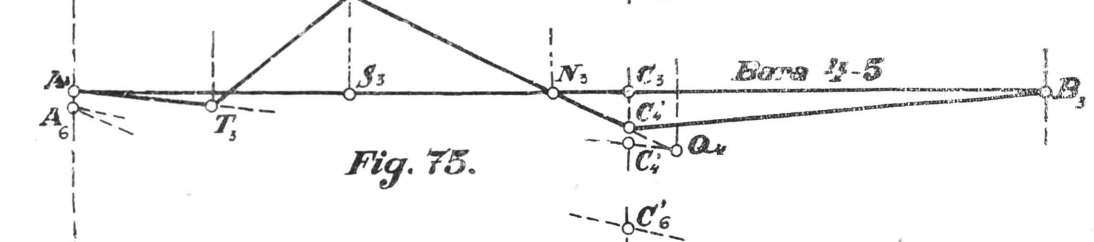
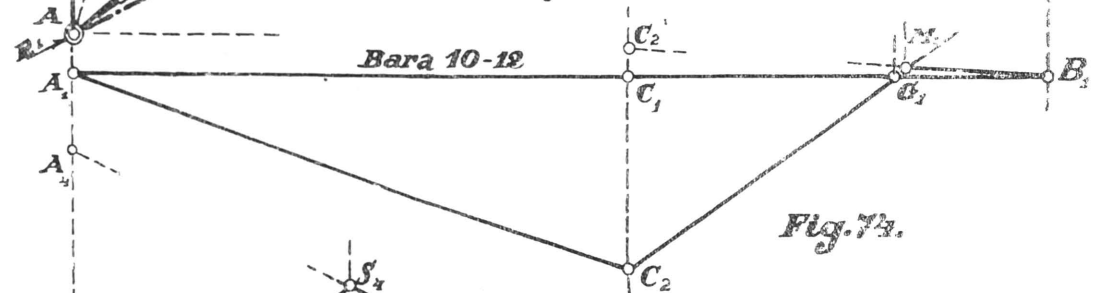
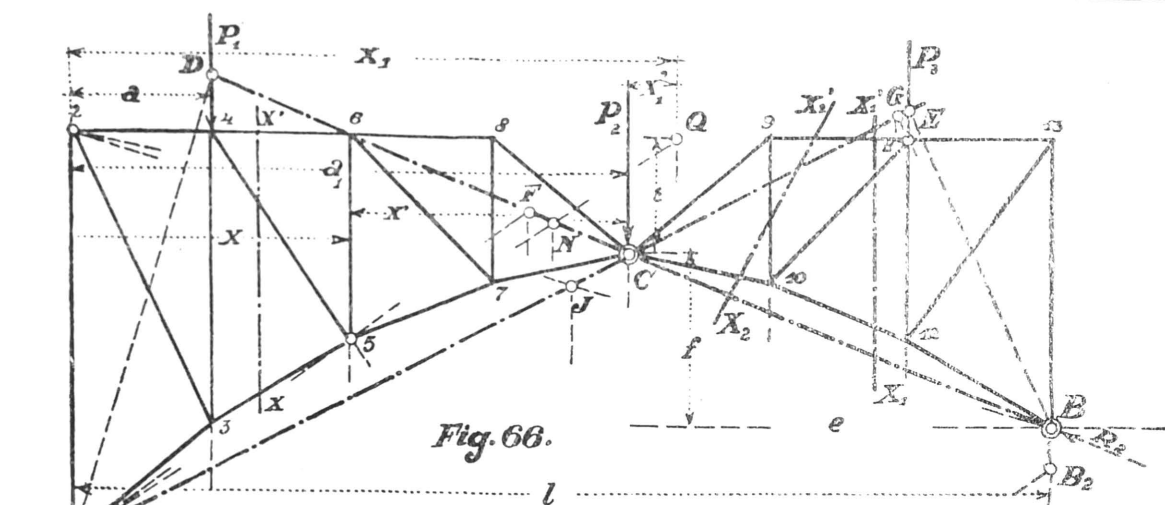


Fig. 69.

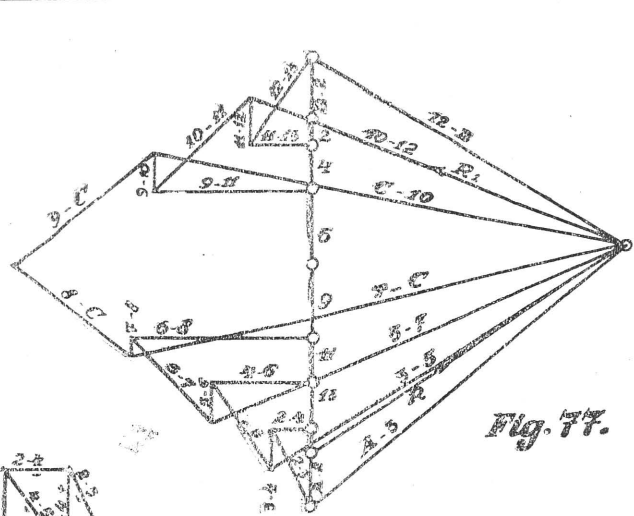


Fig. 77.

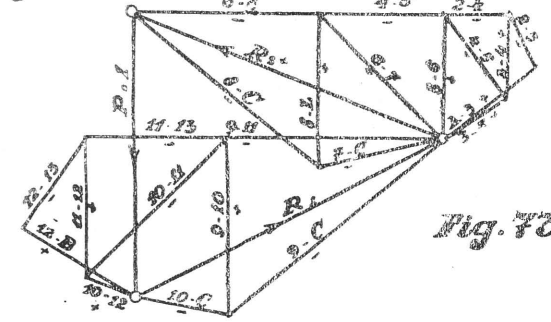


Fig. 73.

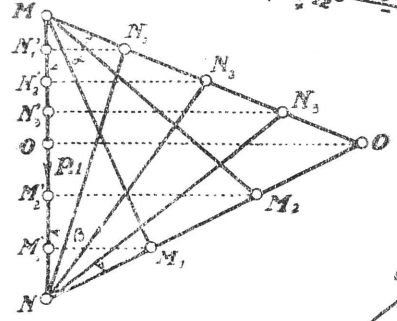


Fig. 67.

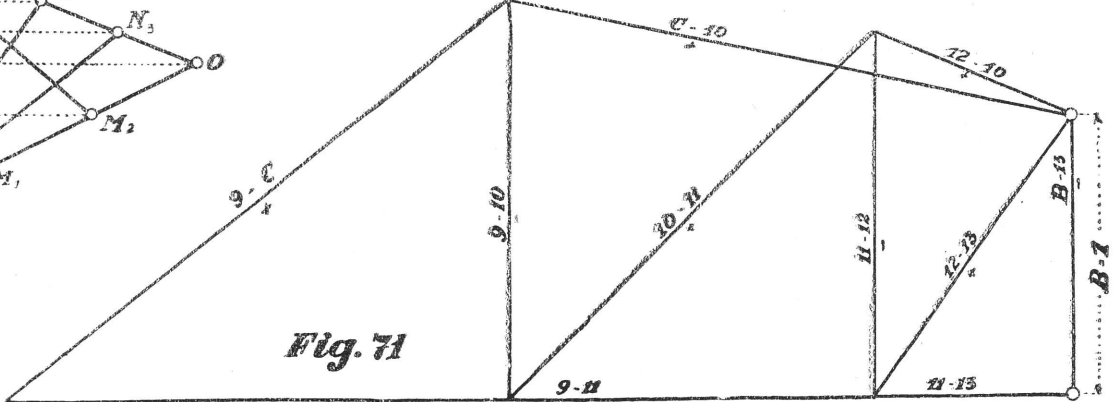


Fig. 71.

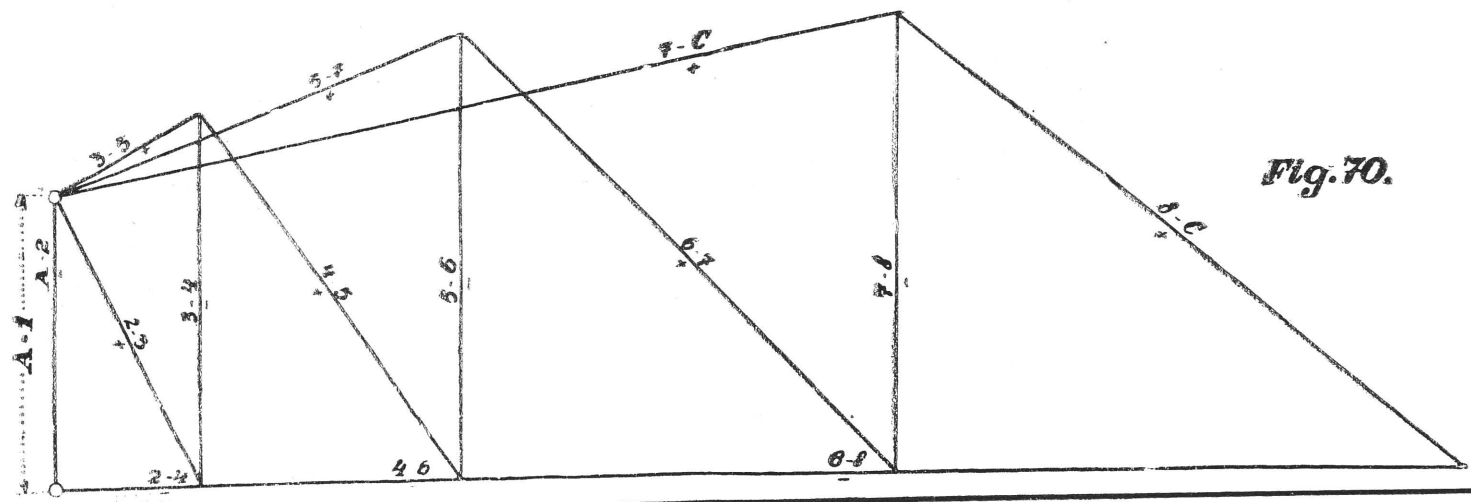


Fig. 70.

E R A T Ă

1. La pagina 220, rândul 11, în loc de

$$\frac{d^2\Theta}{dx^2} = -\frac{1}{G I_p} \cdot \frac{M_i}{\zeta_z} \text{ se va citi: } \frac{d^2\Theta}{dx^2} = -\frac{1}{G I_p} \cdot \frac{M_z}{\varrho_z}$$

2. La pagina 223, rândul 16, în loc de $s =$ se va citi $O =$

3. La pagina 224, rândul 8, în loc de

$$m = \frac{4.0126 \sqrt{E G I_y I_p}}{l} \text{ se va citi } m = \frac{4.016 \sqrt{E G I_y I_p}}{l}$$

4. La pag. 225, rândul 6, în loc de

$$\Theta = \text{ se va citi } O = ;$$

iar rândul 18, în loc de $\Theta = A_0 \varphi(x) + A_1 n \psi(x)$,
se va citi $\Theta = A_0 \varphi(x) + A_1 x \psi(x)$.

5. La pagina 226, rândul 16 în loc de

$$m_i = \frac{4.016}{l} \sqrt{-0.624} \text{ se va citi:}$$

$$m_i = \frac{4.016}{l} \sqrt{E G I_y I_p} - 0.624 m_p$$

6. La pagina 227, ultimul rând se va citi:

$$M = \frac{1}{2} p x (1-x) = \frac{1}{8} p l^2 \cdot 4 \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) = 4 m \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right).$$

7. La pagina 228, rândul 8, în loc de

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} = \alpha^2 t^2 (1-t)^2 O = 0 \text{ se va citi: } \frac{d^2\Theta}{dt^2} + \alpha^2 t^2 (1-t)^2 \Theta = 0.$$

BULETINUL SOCIETĂȚII POLITECNICE



ANUL XXXVII

1923



**Art. 34 din Statute: Societatea nu este răspunzătoare
de părerile autorilor articolelor publicate în buletinele sale.**

REDACȚIA BULETINULUI: BUCUREȘTI, STRADA EPISCOPIEI, No. 2

Determinarea săgeților cu metoda separării grinzilor în tronsoane după secția punctului de inflexiune al liniei elastice

N. PROFIRI

Inginer-șef

1. În No. 4—6/1922 din «Buletin» (pag. 144—164), am arătat cum se pot calcula săgețile unei grinzi cu inimă plină, cu ajutorul separării grinzii în două tronsoane și anume, după secția săgeții maxime sau după secția în care acționează o sarcină concentrată. În cele ce urmează vom face separarea grinzii în tronsoane, după secția punctului de inflexiune al liniei elastice. Cum am procedat și în articolul menționat, și aci vom utiliza elementele de deformare stabilite pentru două cazuri simple de sisteme și solicitări. Pentru înlesnirea expunerii vom denumi prescurtat aceste cazuri: *caz tip No. 1* și *caz tip No. 2*, și anume:

a) În *cazul tip No. 1*, sistemul este format de o grindă independentă AB de deschidere l . Când în B acționează un moment încovoetor $M=1$, deviațiile în A și B sunt:

$$\alpha = \frac{Ml}{6EI} ; \beta = \frac{Ml}{3EI} = 2\alpha ;$$

iar săgeata în secția C, la distanța x de A, este:

$$y = \frac{Mx(l^2 - x^2)}{6EI}.$$

Dacă în secția C, la distanțele a și b de reazime, acțio-

încălză o sarcină concentrată P , deviațiile secțiilor extreme sunt:

$$\alpha = \frac{P a b (1+b)}{6 E I l} ; \quad \beta = \frac{P a b (1+a)}{6 E I l}.$$

Iar săgeata în secția C va fi:

$$f = \frac{P a^2 b^2}{3 E I l}.$$

Pentru sarcini uniform distribuite, avem:

$$\alpha = \beta = \frac{p l^3}{24 E I} ; \quad f_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{p l^4}{E I}.$$

b) În *cazul tip No. 2*, sistemul este format din o consolă AB , încastrată în B și de deschidere l .

Când în secția liberă A acționează un moment încovoetor $M = 1$, deviația secției A și săgeata ei vor fi:

$$\alpha = \frac{M l}{E I} ; \quad f = \frac{M l^2}{2 E I}.$$

Când solicitarea constă din o sarcină concentrată P acționând în secția A , vom avea:

$$\alpha = \frac{P l^2}{2 E I} ; \quad f = \frac{P l^3}{3 E I} ;$$

iar săgeata într-o secție la distanța x de reazimul B va fi:

$$y = \frac{P x^2 (3l - x)}{6 E I}.$$

Pentru sarcini uniform distribuite, avem:

$$\alpha = \frac{p l^3}{6 E I} ; \quad f = \frac{p l^4}{8 E I}.$$

2. Să considerăm *grinda AB , liber rezemată în A , încastrată în B și încărcată cu sarcina P , în secția C* (Fig. 1).

Fie l , deschiderea grinzii; a și b , distanțele secției C față de reazimele A și B ; I , secția punctului de inflexiune al liniei elastice, la distanțele ξ și ξ' de reazime.

Pentru distanța ξ' a punctului de inflexiune față de verticala reazimului B , avem relația:

$$- B. \xi' = M_b,$$

în care M_b este momentul de încastrare din secția B. Deci:

$$\xi' = - \frac{M_b}{B}. \quad (1).$$

B fiind reacțiunea rezimului B.

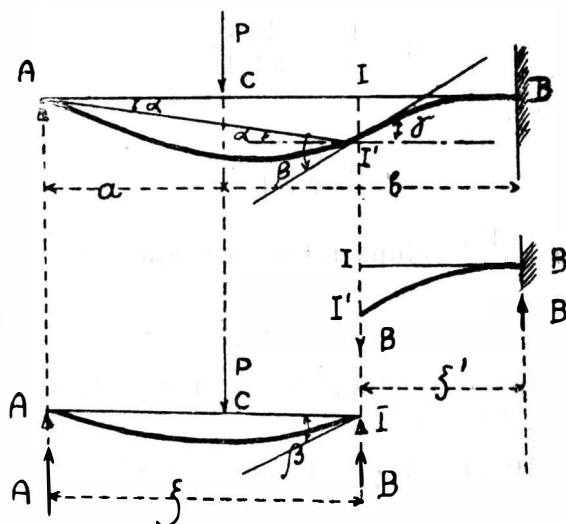


Fig. 1

Tronsonul AI' adus în poziție orizontală va reprezenta o grădă liber rezemată, încărcată numai cu sarcina P , căci în secția punctului de inflexiune momentul încovoetor este zero. Prin urmare, grădă tronsonului AI' va avea ca reacțiuni pe reazime tocmai reacțiunile sistemului considerat.

Pentru echilibru, trebuie să avem relația:

$$P. a = B. \xi \quad (2).$$

Punând:

γ , deviația consolei în I ;

β , deviația grinzii AI' în I' și

α , unghiul IAI' ,

trebuie să avem egalitatea:

$$\beta = \alpha + \gamma.$$

Să evaluăm aceste deviații.

Unghiul β este deviația pe reazim pentru o grindă independentă și deci:

$$\beta = \frac{P \cdot a (\xi^2 - a^2)}{6 \xi \cdot E I} \quad (3).$$

Apoi, dacă f_i este săgeata II' , avem:

$$\alpha = \frac{f_i}{\xi} = \frac{B \cdot \xi'^3}{3 E I \cdot \xi} \quad (4).$$

Și în fine,

$$\gamma = \frac{B \cdot \xi'^2}{2 E I}.$$

Dar $B = \frac{P \cdot a}{\xi}$, după relația (2), așa că:

$$\gamma = \frac{P \cdot a \xi'^2}{2 \xi \cdot E I} \quad (5).$$

Substituind în relația $\beta = \alpha + \gamma$, valorile date de relațiile (3), (4) și (5), obținem:

$$\frac{P \cdot a (\xi^2 - a^2)}{6} = \frac{B \cdot \xi'^3}{3} + \frac{P \cdot a \xi'^2}{2}.$$

Făcând $\xi' = 1 - \xi$ și ținând seamă de relația (2), căpătăm imediat valoarea reacțiunii B :

$$B = \frac{P \cdot a (3l^2 - a^2)}{2l^3} \quad (6).$$

Distanța ξ va avea mărimea:

$$\begin{aligned} \xi &= \frac{P \cdot a}{B} = \frac{2l^3}{3l^2 - a^2}, \\ \therefore \xi &= \frac{2l^3}{3l^2 - a^2}. \end{aligned} \quad (7).$$

Apoi,

$$\begin{aligned} \xi' &= 1 - \xi = 1 - \frac{2l^3}{3l^2 - a^2} \\ \therefore \xi' &= \frac{l(l^2 - a^2)}{3l^2 - a^2} \end{aligned} \quad (8).$$

Momentul de încastrare M_b va fi:

$$M_b = -B \cdot \xi' = -\frac{P \cdot a (3l^2 - a^2)}{2l^3} \cdot \frac{l(l^2 - a^2)}{2l^2 - a^2}$$

$$\therefore M_b = -\frac{P a b (l + a)}{2l^2} \quad (9).$$

Săgeata f_i în secția punctului de inflexiune are mărimea:

$$f_i = \frac{B \cdot \xi'^3}{3EI} = \frac{1}{3EI} \cdot \frac{P a (3l^2 - a^2)}{2l^3} \cdot \frac{l^3 (l^2 - a^2)^3}{(3l^2 - a^2)^3}$$

$$\therefore f_i = \frac{1}{6EI} \cdot \frac{P \cdot a b^3 (l + a)^3}{(3l^2 - a^2)^2} \quad (10).$$

3. Sistemul este format din o grindă AB , încastrată la ambele extremități.

a) Solicitarea este formată de sacina P în secția de mijloc a grinzii (Fig. 2).

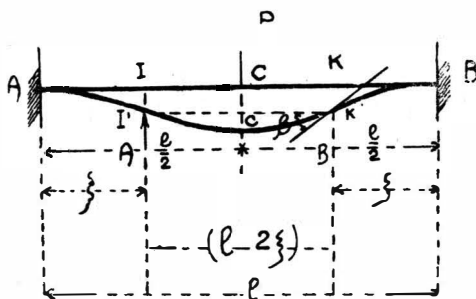


Fig 2

Fie I și K cele două puncte de inflexiune ale curbei fibrei neutre deformate. Din cauza simetriei și aceste puncte vor fi simetrice față de mijlocul C al grinzii.

Vom separa grinda în trei tronsoane: AI și KB vor reprezenta două console încărcate la extremitățile libere cu sarcina $\frac{P}{2}$; iar tronsonul I' K' va fi considerat ca o grindă liber rezemată și încărcată în mijlocul ei cu sarcina concentrată P ,

Vom scrie că deviația β din K' este aceeași, pe grinda $I'K'$ ca și pe consola $K'B$. Adică:

$$\frac{P(1-2\xi)^2}{16EI} = \frac{P\xi^2}{2 \cdot 2EI}$$

$$\therefore (1-2\xi)^2 = 4\xi^2$$

și

$$\xi = \frac{1}{4} \quad (11).$$

Momentele de încastrare vor fi;

$$M_a = M_b = -\frac{P}{2} \cdot \xi = -\frac{P}{2} \cdot \frac{1}{4}$$

$$\therefore M_a = -\frac{P \cdot l}{8}.$$

Săgeata din mijlocul grinzii va fi săgeata din mijlocul grinzii $I'K'$ sporită cu săgeata f_i dată de console.

Vom avea:

$$f = \frac{P}{48} \cdot \frac{(1-2\xi)^3}{EI} + \frac{P}{2} \cdot \frac{\xi^3}{3EI}.$$

Punând $\xi = \frac{1}{4}$, obținem:

$$\left. \begin{aligned} f &= \frac{Pl^3}{192EI} \\ f_i &= \frac{Pl^3}{384EI} \end{aligned} \right\} \quad (12).$$

Se vede că

$$f_i = \frac{1}{2} f \quad (13).$$

Adică, punctele C' , K' și B sunt în linie dreaptă.

b) Încărcarea grinzii AB este formată de o sarcină P acționând într-o secție oarecare C la distanța a de reazimul A . (Fig. 3).

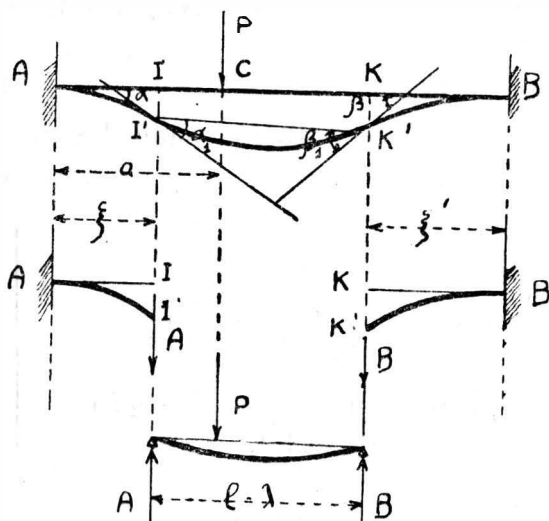


Fig 3

Fie I și K secțiunile punctelor de inflexiune ale liniei elastice A I' K' B, la distanțele ξ și ξ' de rezimele mai apropiate, cum se arată pe figură.

Separăm grinda AB în trei tronsoane: consolele AI, BK, și grinda IK liber rezemată și încărcată cu sarcina P.

Punem: $\xi + \xi' = \lambda$.

Echilibrul forțelor de pe grinda IK ne dă:

$$A(a - \xi) = B(l - \xi')$$

$$\therefore A(a - \xi) = (P - A)(b - \xi').$$

De aci deducem:

$$b - \xi' = \frac{A(a - \xi)}{P - A}; \quad \xi' = b - \frac{A(a - \xi)}{P - A} \quad (14).$$

Cu ajutorul deviațiilor, vom stabili celelalte relații ce ne mai sunt necesare. Fie α și β , deviațiile secțiilor I și K. Fie α_1 și β_1 , deviațiile grinzii IK pe rezime. Depe figură rezultă:

$$\alpha + \beta = \alpha_1 + \beta_1 \quad (15),$$

Dacă γ este unghiul ce-l face dreapta I' K' cu orizontala, putem scrie :

$$\beta_1 + \gamma = \beta; \quad \alpha_1 - \gamma = \alpha. \quad (16).$$

Dacă f_1 și f_2 sunt săgețile în secțiunile I și K, deviațiile vor fi :

$$\left. \begin{aligned} \gamma &= \frac{f_1 - f_2}{l - \lambda}; \quad \alpha = \frac{A \cdot \xi^2}{2 E I}; \quad \beta = \frac{B \cdot \xi'^2}{2 E I} \\ \alpha_1 &= \frac{P(a - \xi)(b - \xi')(2a + b - 2\xi - \xi')}{6(l - \lambda) \cdot E I}; \\ \beta_1 &= \frac{P(a - \xi)(b - \xi')(2b + a - \xi - 2\xi')}{6(l - \lambda) \cdot E I}. \end{aligned} \right\} \quad (17).$$

Avem apoi pentru săgeți :

$$f_1 = \frac{A \cdot \xi^3}{3 E I}; \quad f_2 = \frac{(P - A) \xi'^3}{3 E I} \quad (18).$$

Cu aceste rezultate, relația (15) va deveni :

$$\alpha + \beta = \frac{P(a - \xi)(b - \xi')}{6(l - \lambda) E I} \left[2a + b + a + 2b - 2\xi - \xi' - \xi - 2\xi' \right]$$

Sau :

$$\alpha + \beta = \frac{P(a - \xi)(b - \xi')}{2 E I}.$$

Punând și pentru α și β valorile din relațiile (17), obținem ecuația

$$\frac{P(a - \xi)(b - \xi')}{2 E I} = \frac{A \xi^2}{2 E I} + \frac{B \cdot \xi'^2}{2 E I}.$$

$$\therefore A \xi^2 + (P - A) \xi'^2 = P(a - \xi)(b - \xi') \quad (I).$$

Punând în loc de ξ' valoarea sa din relația (14), căpătăm :

$$\xi = \frac{A \cdot P \cdot a^2 - [b P - l A]^2}{2 A (P - A) \cdot l} = \frac{A l^2 - P b^2}{2 A l}$$

De unde

$$\xi = \frac{A l^2 - P b^2}{2 A l} \quad (II),$$

Observăm în treacăt că această din urmă ecuație este echivalentă cu relația:

$$M_a + M_b = - \frac{P a b}{l},$$

deoarece $\xi = - \frac{M_a}{A}$.

Să înlocuim acum în a doua din relațiile (16), valorile deviațiilor date de relațiile (17) și vom obține:

$$P(a - \xi)(b - \xi')(2a + b - 2\xi - \xi') + 2A.\xi^3 = \\ (P - A)\xi'^2(3a + 3b - 3\xi - \xi').$$

Apropiind de ecuația (I), căpătăm:

$$A.\xi^2(2a + b - \xi') = (P - A).\xi'^2(a + 2b - \xi)$$

Punând și aici în loc de ξ' valoarea sa din relația (14), avem:

$$2lA\xi^2(P - 2A) + \xi.(bP - Al)[bP - (3l + 2b)A] = \\ (l + b)(bP - Al)^2$$

Înlocuind în primul termen din membrul întâi, numai pe un ξ cu valoarea sa din ecuația (II), găsim:

$$\xi.lA[l(1 - 4b)P + (l + 2b)A] = (l + b)(bP - Al)^2$$

Înlocuind încăodată aci, pe ξ , cu valoarea sa din ecuația (II), obținem ecuația care ne va da reacțiunea A:

$$A^2.l^3 - (l^3 + 3b^2l - 2b^3)A.P + b^3(3l - 2b)P^2 = 0$$

De unde:

$$A = \frac{P b^2(3l - 2b)}{l^3}.$$

Cu acest rezultat, ecuația (II) ne va da:

$$\xi = \frac{a.l}{3a + b} \quad (19).$$

Săgețile în punctele de inflexiune vor fi:

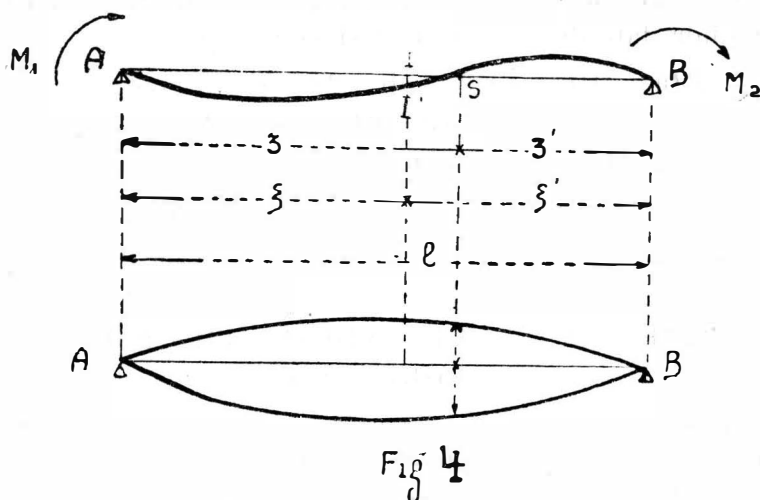
$$f_1 = \frac{A \xi^3}{3EI} = \frac{P b^2(3l - 2b)}{l^3} \cdot \frac{1}{3EI} \cdot \frac{a^3 l^3}{(3a + b)^3}.$$

$$\therefore f_1 = \frac{P a^3 b^2}{3EI(3a + b)^2} \quad (20).$$

În mod analog, vom avea :

$$f_2 = \frac{P a^2 b^3}{2 E I (a + 3 b)^2} \quad (21).$$

4. Să considerăm grinda independentă A B, solicitată în secțiile de pe reazime de două momente M_1 și M_2 , cum se arată în figură.



Fie S, secția grinzii unde săgeata este zero, la distanțele ξ și ξ' de reazime. Fie I, secția punctului de inflexiune a liniei elastice, la distanțele ξ și ξ' de reazime.

Vom avea :

$$\xi = \frac{M_1}{B} ; \xi' = \frac{M_2}{B} ; B = \frac{M_1 + M_2}{l},$$

B fiind reacțiunea reazimului B, valorile M_1 și M_2 fiind valorile absolute ale celor două momente solicitante.

Pentru a determina secția S, vom egala săgețile produse de fiecare din momentele M_1 și M_2 , după *cazul tip* No. 1, și vom avea :

$$M_1 \cdot \xi' (l^2 - \xi^2) = M_2 (l - \xi') [(l - \xi')^2 - l^2]$$

$$\therefore \xi' = \frac{2 M_2 - M_1}{B} = \frac{2 M_2 - M_1}{M_1 + M_2} \cdot l$$

Sau :

$$\zeta' = 2l - 3\xi ; \quad \zeta = 2l - 3\xi'.$$

Ca ζ și ξ să fie egale, trebuie :

$$\zeta = \xi = \frac{l}{2} = \zeta' = \xi'.$$

Condiția va fi :

$$M_1 = M_2.$$

Acest caz se întâlnește la grinzile cu extremități încastrate și anume :

a) La o grindă AB cu extremitatea B încastrată și cu extremitatea A liber rezemată, punctele R', I' și B vor fi în linie dreaptă, — R și I fiind secțiile cu săgeata maximă și cu punctul de inflexiune al liniei elastice. (Fig. 4).

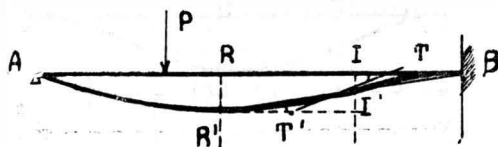


Fig. 4

Insemnând cu $f_{\max}$ săgeata RR' , vom putea scrie :

$$2 \cdot \overline{IB} = \overline{RB} ; \quad f_{\max} = 2 f_i.$$

Și în adevăr :

$$f_{\max} = \frac{1}{3EI} \cdot \frac{Pab^3(2a+b)^3}{(2a^2+6ab+3b^2)^2} ;$$

$$f_i = \frac{1}{6EI} \cdot \frac{Pab^3(1+a)^3}{(3l^2-a^2)^2}$$

b) La o grindă AB încastrată la ambele extremități, deasemenea punctele R', I' și B vor fi în linie dreaptă și $f_{\max} = 2 f_i$. În adevăr, pentru acest caz avem :

$$f_{\max} = \frac{2}{3EI} \cdot \frac{Pa^2b^3}{(a+3b)^2} ;$$

$$f_i = \frac{1}{3EI} \cdot \frac{Pa^2b^3}{(a+3b)^2}.$$

În ambele cazuri enumerate, tronsonul RB poate fi considerat ca o consolă încastrată fie în R' , fie în B . Din cauza simetriei, I' va fi la mijlocul dreptei BR' . Mai mult, tangenta în I' , la linia elastică trebuind să taie tangenta AB într'un punct T așa ca $BT = \frac{1}{3} \overline{BI}$, după cum trebuie să taie și tangenta orizontală din R' într'un punct T' așa ca $R'T' = \frac{1}{3} RI$, — urmează și din această considerație că I va fi la mijlocul dreptei BR' .

5. Să considerăm grinda AB încastrată la reazime și încărcată cu o sarcină uniform repartizată p . (Fig. 5).

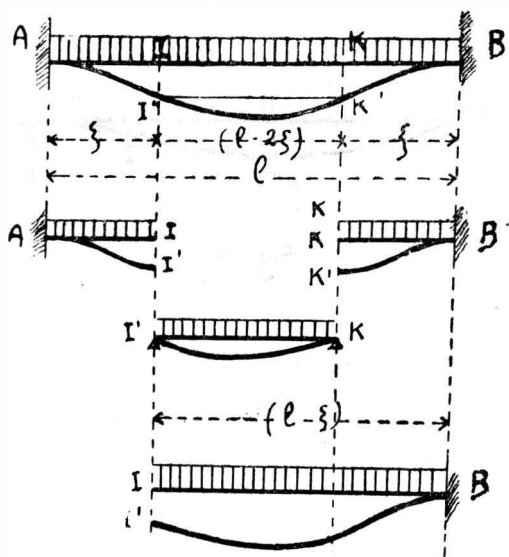


Fig 5

Linia elastică va avea două puncte de inflexiune I' și K' , simetrice. Coarda $I'K'$ va fi orizontală, din cauza simetriei sistemului și a încărcărilor. Insemnăm cu ξ distanța punctelor de inflexiune la reazimul mai apropiat.

Separarea grinzii în tronsoane se poate face în două feluri,

Sau considerăm trei tronsoane: consolele A I și K B și tronsonul I K', care poate fi privit ca o grindă independentă. Sau considerăm două tronsoane: consola I B și una din consolele A I sau K B.

Reacțiunile egale în I' și K', vor avea valoarea:

$$I' = K' = \frac{p(1-2\xi)}{2} \quad (1).$$

Vom scrie condiția că deviația secției K din consola K B este egală cu deviația secției K' din grinda I' K' și vom avea:

$$\frac{K' \cdot \xi^2}{2EI} + \frac{p \cdot \xi^3}{6EI} = \frac{p(1-2\xi)^4}{24EI}.$$

Introducând aici valoarea reacțiunii K' dată de relația (1), obținem ecuația:

$$6\xi^2(1-2\xi) + 4\xi^3 = (1-2\xi)^3.$$

Sau:

$$6\xi^2 - 6I\xi + I^2 = 0 \quad (2).$$

Rezolvind, găsim:

$$\xi_{1,2} = \frac{1}{2} \left(1 \pm \sqrt{\frac{1}{3}} \right) \quad (3).$$

a) Dacă considerăm tronsoanele I B și K B, putem pune condiția ca deviațiile în I și K să fie egale și opuse. Vom avea:

$$\frac{p(1-2\xi)}{2} \cdot \frac{\xi^2}{2EI} + \frac{p\xi^3}{6EI} = \frac{p(1-2\xi)}{2} \cdot \frac{(1-\xi)^2}{2EI} - \frac{p(1-\xi)^3}{6EI}.$$

De unde:

$$\xi^2(21-4\xi) = (1-\xi)^2(1-4\xi).$$

Efectuând calculele, obținem ecuația precedentă (2).

b) Tot pentru tronsoanele I B și K B, putem pune condiția ca săgețile în I și K să fie egale. Vom avea:

$$\frac{p\xi^4}{8EI} + \frac{p(1-2\xi)}{2} \cdot \frac{\xi^3}{3EI} = \frac{p(1-\xi)^4}{8EI} - \frac{p(1-2\xi)}{2} \cdot \frac{(1-\xi)^3}{3EI}.$$

De unde:

$$12\xi^4 - 18I\xi^2 + 8I^2\xi - I^3 = 0 \quad (4).$$

Putem scrie membrul întâi al acestei ecuații astfel:

$$(2\xi - 1)(6\xi^2 - 6l\xi + l^2) = 0.$$

Soluția $\xi = \frac{l}{2}$ fiind înlăturată, rămân rădăcinile ecuației (2).

c) Cunoscând distanța ξ , putem determina imediat momentul de încastrare M_b , considerând consola K B.

Vom avea:

$$M_b = - \left(K' \cdot \xi + \frac{p \xi^2}{2} \right)$$

Sau

$$M_b = - \frac{p}{2} \cdot \xi (1 - \xi).$$

Din ecuația (2), avem însă

$$6\xi(1 - \xi) = l^2.$$

Deci

$$M_b = - \frac{p l^2}{12}.$$

d) Putem găsi valoarea momentelor de încastrare, considerând dela început grinda A B ca o consolă încastrată în B și înlocuind acțiunea reazimului A cu reacțiunea $A = \frac{p l}{2}$ și cu momentul de încastrare M_a . Vom scrie că săgeata la extremitatea A a consolei A B este zero:

$$\frac{A l^3}{3 E I} + \frac{M_a l^2}{2 E I} = \frac{p l^4}{8 E I}$$

De unde:

$$M_a = - \frac{p l^2}{12}.$$

Mai simplu, este să scriem că deviația din A este zero:

$$\frac{A \cdot l^2}{2 E I} + \frac{M_a l}{E I} = \frac{p l^3}{6 E I}$$

De unde:

$$M_a = - \frac{p l^2}{12}.$$

e) Să calculăm săgeata din mijlocul grinzii: $f_{\max}$.

Această săgeată se compune din săgeata secției I: f_i și din săgeata maximă a grinzii I' K'. Vom avea:

$$f_{\max} = f_i + \frac{5}{384} \cdot \frac{p(1-2\xi)^4}{EI}$$

Pentru f_i , avem:

$$f_i = \frac{p\xi^4}{8EI} + \frac{p(1-2\xi)}{2} \cdot \frac{\xi^3}{3EI}$$

Prin urmare:

$$f_{\max} = \frac{p \cdot \xi^4}{8EI} + \frac{p \cdot \xi^3(1-2\xi)}{6EI} + \frac{5p(1-2\xi)^4}{384EI}$$

Ținând seamă de relația de mai sus:

$$6\xi^2(1-2\xi) + 4\xi^3 = (1-2\xi)^3,$$

vom putea scrie:

$$f_{\max} = \frac{p(1-2\xi)^3 \cdot \xi^2}{64EI} \quad (5).$$

Pentru a substitui aici valoarea lui ξ , vom scrie relația din urmă astfel:

$$f_{\max} = \frac{p(1-2\xi)^3 \cdot \xi^2}{64EI}$$

Din ecuația (2), deducem imediat:

$$5(1-2\xi)^3 = 1 - 1\xi = 1(1-\xi),$$

astfel că:

$$f_{\max} = \frac{p(1-\xi)^4}{64EI}$$

Dar tot din ecuația (2), avem:

$$1\xi(1-\xi) = 1^2.$$

Deci:

$$f_{\max} = \frac{p1^4}{384EI} \quad (6).$$

f) Mai simplu, putem proceda calculând săgeata f_i și

săgeata maximă f' a grinzii $I'K'$, fiecare săgeată fiind evaluată a parte. Vom avea :

$$\begin{aligned} f_i &= \frac{p \xi^4}{8 E I} + \frac{p(1-2\xi)}{2} \cdot \frac{\xi^3}{3 E I} \\ &= \frac{p \xi^3(41-5\xi)}{24 E I} = \frac{p \xi^2(41\xi-5\xi^2)}{24 E I} \end{aligned}$$

Din ecuația (2) însă deducem :

$$41\xi - 5\xi^2 = l^2 + \xi^2 - 2l\xi = (l-\xi)^2.$$

Prin urmare :

$$f_i = \frac{p[\xi(l-\xi)]^2}{24 E I}$$

Dar

$$6\xi(l-\xi) = l^2.$$

Deci :

$$f_i = \frac{p l^4}{864 E I} \quad (7).$$

Pentru săgeata f' vom avea :

$$f' = \frac{5p(1-2\xi)^4}{384 E I} = \frac{5p(l^2+4\xi^2-4l\xi)^2}{384 E I}.$$

Ecuația (2) ne dă :

$$l^2 + 4\xi^2 - 4l\xi = 2l\xi - 2\xi^2 = 2\xi(l-\xi).$$

Prin urmare :

$$f' = \frac{5p \cdot 4[\xi(l-\xi)]^2}{384 E I}$$

Dar

$$\xi(l-\xi) = \frac{l^2}{6}$$

Așa dar :

$$f' = \frac{5}{3456} \cdot \frac{p l^4}{E I} \quad (8).$$

Ca verificare, trebuie să calculăm suma ($f_i + f'$), cu ajutorul relațiilor (7) și (8). Avem :

$$\frac{p l^4}{864 E I} + \frac{5}{3456} \cdot \frac{p l^4}{E I} = \frac{p l^4}{384 E I} = f_{\max}.$$

6. Să considerăm grinda AB încărcată cu sarcina

uniform repartizată, grinda fiind încastrată la extremitatea B și liber rezemată la extremitatea A.

Fie I secția punctului de inflexiune al curbei fibrei neutre deformat. (Fig. 6).

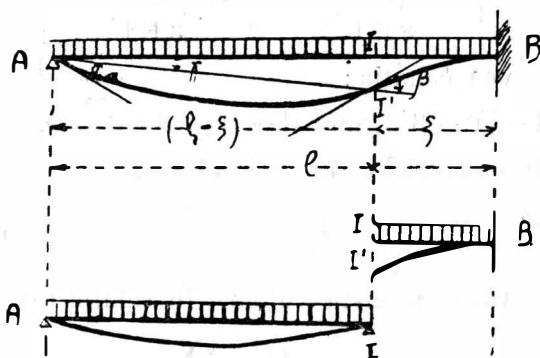


Fig 6

Vom separa tronsoanele IB și AI'. Primul poate fi privit ca o consolă încastrată în B; iar al doilea ca o grindă independentă. Pentru această grindă AI', reacțiunile vor fi:

$$A = I' = \frac{p(l-\xi)}{2} \quad (9).$$

Iar deviațiile secțiilor A și I' vor fi:

$$\alpha = \frac{p(l-\xi)^3}{24EI} \quad (10).$$

Dacă β este deviației secției I în consola IB, trebuie să avem relația:

$$\alpha - \frac{f_i}{l-\xi} = \beta, \quad (11).$$

însemnând cu f_i săgeata punctului de inflexiune.

Consola IB ne dă pentru β valoarea:

$$\beta = \frac{p(l-\xi)}{2} \cdot \frac{\xi^2}{2EI} + \frac{p \cdot \xi^3}{6EI} \quad (12).$$

Substituind în relația (11), valorile pentru α și β date de relațiile (10) și (12), obținem:

$$\frac{p(1-\xi)^2}{24EI} - \frac{f_i}{1-\xi} = \frac{p(1-\xi)}{2} \cdot \frac{\xi^2}{2EI} + \frac{p\xi^3}{6EI}.$$

Dar

$$f_i = \frac{p\xi^4}{8EI} + \frac{p(1-\xi)}{2} \cdot \frac{\xi^3}{3EI},$$

asa că vom avea ecuația :

$$(1-\xi)^4 - 3\xi^4 = 6\xi^2(1-\xi)^2 + 8\xi^2(1-\xi).$$

Efectuând calculele, rămâne relația :

$$\xi = \frac{1}{4} \quad (13).$$

a) Substituind această valoare în relația (9), obținem :

$$\Delta = \frac{p(1-\xi)}{2} = \frac{p\left(1-\frac{1}{4}\right)}{2} = \frac{3}{8} pl$$

$$\therefore \Delta = \frac{3}{8} pl.$$

b) Putem obține imediat și direct această valoare, considerând grinda AB ca o consolă încastrată în B și în locul rezăzului A introducând reacțiunea A. Vom scrie că săgeata în A este zero.

$$\frac{pl^4}{8EI} = \frac{Al^3}{3EI}$$

De unde :

$$\Delta = \frac{3}{8} pl.$$

c) Săgeata punctului de inflexiune va fi :

$$f_i = \frac{p\xi^4}{8EI} + \frac{p(1-\xi)}{2} \cdot \frac{\xi^3}{3EI} = \frac{p\xi^3(41-\xi)}{24EI}$$

Făcând $\xi = \frac{1}{4}$, găsim :

$$f_i = \frac{5}{2048} \cdot \frac{pl^4}{EI} \quad (14).$$

Raport asupra Congresului de Navigație ținut la Londra în Iulie 1923

Domnule Ministru,

Prin ordinul No. ați binevoit a mă însărcina să reprezint Țara la Congresul de Navigație al Asociației Internaționale Permanente, congres care a avut loc anul acesta la Londra sub președinția de onoare a Majestății Sale Regelui Angliei. Congresul s'a deschis în ziua de 2 Iulie de către A. S. R. Ducele de York în prezența tuturor delegaților țărilor cari au participat la congres:

Lucrările congresului au fost împărțite în 2 mari secțiuni. Prima privind chestiunile relative la Navigațiunea interioară, a doua privind chestiunile relative la Navigațiunea Maritimă.

Secțiunea I a fost prizidată de către Lordul Desborough iar Secțiunea II de către Sir Ernest Glover Bart.

Chestiunile desbătute în prima secțiune au fost următoarele.

a) Utilizarea căilor navigabile pentru producțiunea de forțe motrice, consecințele și aplicațiunile sale.

b) Dispozițiunile sau îmbunătățirile ce trebuiesc preconizate peniru ecluze, ascensorii, planuri înclinate și alte mijloace pentru utilizarea diferențelor de nivel, în vederea facilitărei operațiunilor.

Chestiunile desbătute în a II-a secțiune, au fost următoarele :

a) Dispozițiunile ce trebuiesc prevăzute cu ocaziunea noilor construcțiuni de lucrări în porturi pentru a corespunde dimensiunilor viitoare ale bastimentelor.

b) Tipurile de lucrări pentru acostarea cu mare tirant de apă în mările cu flux și reflux.

c) Avantajele respective ale instalațiunilor după vapoare și după cheuri pentru încărcările și descărcările vaselor. Utilajul mecanic al porturilor. Manipularea mecanică a mărfurilor. Incărcarea, descărcarea și transportul între bastimente și diversele locuri de depozite acoperite sau nu cu hangare.

În afară de aceste chestiuni s'au mai desbătut în congres și următoarele comunicațiuni:

a) Influența apelor superficiale și a apelor subterane asupra debitului râurilor. Regimul canalurilor mixte; determinarea consumațiunei apei pentru nevoile navigațiunei și irigațiunei, partea restituită napei subterane.

b) Unificarea statisticilor navigațiunei interioare în vederea facilitărei comparațiunei rezultatelor exploatărei căilor navigabile în diferitele țări.

c) Întrebuințarea betonului și betonului armat în apele mării, aplicațiunea lor la lucrările hidraulice, mijloacele de a asigura conservarea și etanșeitatea lor.

d) Întrebuințarea combustibilului lichid și consecințele sale.

e) Utilizarea măreelor la producțiunea de forță motrice, pentru serviciul și iluminarea porturilor, precum și pentru manipularea lucrărilor maritime (funcționarea porților, ecluzelor, etc.).

f) Principalele progrese realizate în iluminarea, balizarea sau semnalizarea coastelor, unificarea (standardizarea) caracterelor semnalizărei maritime.

Asupra tuturor acestor chestiuni și comunicări, diferiții ingineri specialiști ai țărilor mondiale cari au luat parte la acest important congres științific, au prezentat rapoarte însoțite de studii speciale.

Toate aceste rapoarte au fost centralizate de către raportorii generali, cari au supus examinării congresului concluziunile ce trebuiesc luate cu privire la toate chestiunile mai sus menționate.

Desbaterile congresului s'au mărginit, din cauza timp-scurt, la observațiuni personale și la propuneri relative la rezoluțiunile pe care congresul trebuia să le adopte.

Rezultatul acestor desbateri, au fost consemnate în rezoluțiuni generale pe care le vom menționa în cele ce urmează.

Prima chestiune din navigațiunea interioară relativă la utilizarea căilor navigabile pentru producțiunea de forță motrice, a făcut obiectul unor discuțiuni aprofundate, fiind dată importanța deosebită a acestei chestiuni. După ce specialiștii diferitelor țări, au arătat progresele realizate în această direcțiune, s'a recunoscut de către Congres că pretudindeni unde există posibilitatea de a se câștiga o forță motrice, să se întreprindă lucrările necesare pentru ca să poată înlocui lipsa combustibilului, al cărui cost în ultimul timp a luat proporțiuni importante.

De oarece rolul congresului era acela de a se ocupa în deosebi de lucrările de ameliorare a navigațiunei, s'a emis ideia ca ori de câte ori se va prezenta ocaziunea, lucrările ce se vor proiecta în interesul navigațiunei să aibă în vedere și producțiunea de forță motrice.

Din cauza diversității situațiunilor apelor din diferitele țări, o regulă generală în privința felului lucrărilor ce se vor proiecta, nu a putut fi dată.

Este în adevăr în deobște cunoscut, că fiecare apă își are individualitatea sa proprie, provenită din condițiunile geologice, climaterice, topografice etc, în care se găsește, așa încât reguli generale pentru proiectarea lucrărilor în vederea utilizării acestor ape în dublu scop ca căi navigabile și ca producătoare de forță motrice, nu pot fi adoptate. Trebuie dar avut în vedere toate circumstanțele, pentru ca să se tragă maximul de folos din utilizarea acestor ape și anume pentru protecțiunea ținuturilor contra inundațiilor pentru irigațiunea imenselor suprafețe agricole, pentru drenarea eventuală a terenurilor îmbibate cu apă, pentru alimentarea orașelor cu apa necesară consumațiunei și trebuințelor domestice, pentru industria pescuitului și altele.

O utilizare de ansamblu a tuturor apelor ce aparțin unei țări, s'a recunoscut de către congres că nu este po-

sibil să fie realizată decât dacă administrația tuturor acestor ape va fi pusă sub controlul unui organism unic, care să poată coordona toate interesele și să îndeplinească programul unitar în vederea utilizării maxime a acestor ape.

Membrii congresului, în unanimitate au admis ca orice lucrări științifice și orice cercetări tehnice cari se vor face în toate țările în scopul de a ajuta aceste organizațiuni, în îndeplinirea scopului de mai sus, să fie încurajate manifestându-se în special dorința ca să se întreprindă experiențe pe canale cu dimensiuni corespunzătoare navigațiunii moderne, întrucât până acuma asemenea experiențe pe o scară mai întinsă, lipsesc.

Interesantele discuțiuni cari s'au petrecut în congres asupra acestei chestiuni, vor face obiectul consemnărilor în procesele verbale ca au rămas a fi tipărite ulterior.

Ca concluziuni generale a acestor discuțiuni congresul a sintetizat prin următoarele 5 puncte hotărârile luate cu privire la această chestiune.

1) *În vederea lipsurilor și a costului tot mai ridicat a combustibilului, este necesar să se întreprindă amenajarea forței motrice hidraulice, pretutindeni unde aceasta poate fi realizată.*

2) *Congresul care trebuie să se ocupe principalmente de problemele relative la navigație, recunoaște că este de dorit să se stabilească când aceasta este posibil lucrări folositoare în acelaș timp navigației și producțiunii de forță motrice.*

3) *Deși nu pot fi date reguli generale, și că fiecare caz trebuie să fie privit și tratat după circumstanțe, este de dorit să se țină compt ori de câte ori lucru este posibil, de toate interesele în joc precum: protecțiunea contra inundațiilor, irigațiunea, drenajul, trebuințele domestice și pescuitul.*

4) *Pentru toate aceste motive este de dorit ca resursele hidraulice ale unei țări să fie puse sub controlul unui organism unic având ca misiune să dirijeze utilizarea acestor resurse cât mai mult în folosul intereselor diverse ale comunităței.*

5) *Toate cercetările tehnice proprii a lumina deci-*

ziunile pe care acest organism va avea să le ia, trebuiesc încurajate, mai ales, dacă se pot face experiențe pe canale având dimensiuni corespunzând navigației moderne.

* * *

A doua chestiune referitoare la îmbunătățirile mijloacelor navigațiunii prin ecluze, planuri înclinate și alte mijloace tehnice, a dat naștere de asemenea la discuțiuni extrem de interesante, la cari subsemnatul a luat parte tratând în special cazurile excepționale cari interesează în deosebi țara noastră, și anume îmbunătățirea navigației pe fluviile cu funduri stâncoase cum de exemplu este Dunărea la Porțile de Fer.

Am arătat că există situațiuni excepționale, unde nu se poate nici să se adâncească fundul stâncos al fluviului din cauza scoborârii nivelului în secțiunile din amonte, nici să se taie canale de derivație în malurile de asemenea stâncoase ale fluviului, trebuind în acest caz ca îmbunătățirea navigației să se facă prin lucrări de baraje și ecluze proiectate în albia însăși a fluviului. Această chestiune a fost sprijinită și de primul delegat al Cehoslovaciei. Congresul atașând o deosebită importanță acestei chestiuni a recomandat ca studiul să facă obiectul Congresului viitor. Satisfacțiune însă a dezideratului nostru s'a dat în sensul că s'a recunoscut că prima parte a rezoluțiunii adoptate cuprinde și cazul nostru special.

Deoarece dela congresul anterior până acum, nu s'au realizat îmbunătățiri apreciable asupra sistemelor științifice cunoscute în această materie, nici invențiuni de natură a putea fi recomandate spre a fi adoptate în locul sistemelor de până acum, congresul a recunoscut că față de starea actuală a cunoștințelor, nu este posibil să se dea asupra acestui subiect indicațiuni precise aplicabile la toate cazurile, însă negreșit s'a găsit util ca să se recomande adoptarea unor măsuri de natură a înlesni și a accelera operațiunile de trecere a vaselor pe căile navigabile acolo unde trebuie să se execute asemenea lucrări.

În consecință, congresul după ce a căzut de acord ca să se modifice primele concluziuni ale raportorului ge-

neral, a ajuns în privința aceste chestiuni la rezoluțiunile următoare :

Dispozițiunile sau amenajările ce trebuiesc adoptate pentru înlesnirea trecerei bastimentelor prin ecluze ascensorii, planuri înclinate și alte mijloace de recuperare a diferențelor de niveluri, depind, cu privire la sistemul lucrărilor adoptate, de o mulțime de considerațiuni, în special de importanța traficului, de tipul bastimentelor, de înălțimea căderii, etc. Nu este posibil să se dea asupra acestui subiect indicațiuni precise aplicabile în toate cazurile.

Cu toate acestea, mijloacele de mai jos par că pot fi recomandate ca fiind susceptibile în general de a înlesni și de a grăbi operațiunile :

a) O așezare judicioasă a lucrărilor cu privire la șenalul navigabil.

b) Amenajarea la fiecare din capetele lucrărilor, de garage prevăzute cu dispozitive de conducere și destul de mari pentru a primi dintr'o dată ansamblul bastimentelor destinate a fi ecluzate.

c) Adoptarea, pe de o parte a unui raport îndestul de mare între secțiunile muiate ale bastimentelor și ale canalele de intrare în sasul ecluzei, de altă parte a unei lungimi utile îndestulătoare pentru sasul ecluzei în raport cu lungimea convoiului intrat în acest sas.

d) Intrebuințarea unor mijloace de tracțiune potrivite.

Acest punct esențial care n'a primit până acum o soluțiune satisfăcătoare în toate cazurile, trebuie să continue a face obiectul de studii și experiențe mai ales cu privire la ecluzele cu mare cădere.

e) Intrebuințarea manoperei mecanice îndată ce importanța organelor mobile și a traficului, o justifică.

f) Instalația iluminării lucrărilor și a marginilor ei, care să permită manevre de noapte sigure și rezezi îndată ce această instalațiune este cerută de frecventarea lucrărilor.

g) Rămâne bine înțeles că în cazul ecluzelor, acestea vor trebui să comporte dispozitive care să asigure o umplere și o golire rapidă, fără producțiunea unor curenți vătămători, atât pentru bastimentele aflate în sas, cât și pentru acelea care așteaptă a fi ecluzate.

Congresul, în fine, emite dorința, ca Comisiunea Permanentă a Asociațiunii Congreselor de Navigație să binevoiască a pune în studiu pentru Congresul viitor, problema trecerei peste marile căderi în special în cazul biefurilor cu nivel variabil.

Din rezoluțiunile de mai sus se poate vedea importanța capitală a chestiunii desbătute și interesul pe care navigațiunea va avea s'o tragă din aplicațiunea acestor rezoluțiuni.

Înainte de a trece la examinarea lucrărilor secțiunii II-a, adică a lucrărilor maritime, găsim de cuviință a menționa că independent de chestiunile de mai sus congresul a luat în desbatere și următoarele comunicațiuni cu privire tot la navigațiunea interioară :

1) Influența apelor de suprafață și a pânzelor subterane asupra debitului râurilor. Regimul cunalturilor mixte; determinarea consumațiunii apei pentru trebuințele navigațiunii și ale irigațiunii, partea restituită pânzei subterane.

Această chestiune foarte generală și deosebită după și situațiunea hidrografică a diferitelor țări, a dat naștere la discuțiuni științifice remarcabile din rezumatul cărora s'a căzut de acord asupra următoarelor concluziuni :

a) Relațiunea între precipitațiunea asupra unui basin hidrografic și debitul cursurilor de apă, cari drenează acest basin, nu admite adoptarea unei soluțiuni generale, putând fi aplicată în mod universal.

Această relațiune depinde de o mulțime de factori variabili. Niciodată două bazine hidrografice nu prezintă condițiuni dominante similare.

Debitul minimum sau maximum al unui curs de apă depinde de o lungă perioadă de uscăciune, sau de combinațiunea condițiunilor precipitațiunilor intense și ale unui basin hidrografic saturat sau acoperit de zăpadă având condițiuni geologice favorabile.

Debitul pe unitatea de suprafață, variază în general în proporțiune inversă cu aria basinului hidrografic.

Fiecare basin hidrografic, are valori particulare pentru debitul său maximum și debitul său minimum.

Pierderile prin evaporațiune, absorpțiune și infiltrațiune variază cu precipitațiunile; ele sunt maxime în anii de mare precipitațiune și minime în anii de slabă precipitațiune.

Cantitatea apei consumată pentru irigațiune variază după natura culturilor, sol, climat, etc. între 0.25 mc. și 0.75 mc. după sezon.

Un debit de un picior cub pe secundă va iriga în general dela 100—200 acre adică 40—80 hectare, dar pentru unele culturi cari cer cantități excepționale de apă, cifra de 100 acre nu va fi atinsă. Trebuie să ținem socoteală de pierderile din canalele de irigație înainte de a obține apa necesară irigațiunei. Această pierdere este în funcțiune de evaporațiune și de infiltrațiunea din aceste canale care în general este mai mare decât în canalele de navigație unde se caută a se face pereții mai etanși.

Deși nu se poate preciza în mod exact, totuși în practică se obicinuește a se socoti pierderile în canalele de irigație sub forma de purcentaj a debitului care pătrunde la intrare și pe km. sau mila de lungime de canal. În unele țări s'a constatat că pierderile datorite evaporațiunei și absorpțiunei se ridică la 8 picioare cubice pe secundă și pe un milion de picioare patrăți suprafață muiată în canalele principale și în excavațiunile secundare.

La noi în țară lipsind cu totul asemenea observațiuni și experiențe de o foarte mare importanță tehnică, nu am putut prezenta nici o lucrare în această direcțiune; este așa dar de dorit ca și la noi să se înființeze servicii speciale care să facă observațiuni de asemenea natură și care să permită cunoașterea situațiunei hidrografice a țării.

b) *Unificarea statisticelor de navigație interioară în scopul de a înlesni comparațiunea rezultatelor exploatațiunei căilor navigabile în diferite țări.*

Asupra acestei comunicațiuni Congresul a hotărât ca să se organizeze cercetări efective cu privire la statistice de navigație interioară în diferitele țări, și ca să se instiuiască un comitet special internațional care să elaboreze un chestionar al acestei anchete așa ca la Congresul viitor să se poată prezenta un raport general asupra rezultatelor obținute.

Asupra acestei chestiuni, am cerut cuvântul și am explicat Congresului cât de importantă este această chestiune și cum reușita investigațiilor, depinde de felul cum se va alcătui chestionarul.

Pentru a ușura sarcina acestui comitet internațional, asupra constituirii căruia Asociațiunea rămâne a hotărî, am cerut ca să se exprime dorința ca comitetul să ceară dela Societatea Națiunilor lucrările de o importanță capitală în acest domeniu, prezentat de 48 de state cari au luat parte la conferința dela Barcelona.

Congresul a admis cu unanimitate propunerile noastre.

Lucrări privitoare la navigație maritimă.

Chestiunile supuse Congresului în această materie au fost următoarele:

a) *Dispozițiuni ce trebuiesc prevăzute pentru construcțiunea noilor lucrări în raporturi pentru a răspunde dimensiunilor viitoare ale rapoarelor.*

După lungi discuțiuni la care au luat parte o mulțime de specialiști în materie, asupra căreia au fost prezentate 24 rapoarte, congresul a adoptat concluziunile următoare:

1. În ceea ce privește dimensiunile viitoare probabile ale bastimentelor, există o tendință de sporire generală a calajului pentru motive de ordin financiar, cu privire la cheltuelile de voiaj; dar, deși proporțiunea la sută a bastimentelor călcând 30 de picioare și mai mult ar fi probabil pe cale de sporire, această sporire va fi limitată de caracteristicile unor canale maritime și de principalele porturi maritime.

(În alți termeni creșterea dimensiunilor vaselor reprezintă o limită impusă de adâncimile actuale ale canalelor maritime și de adâncimile disponibile în diferitele porturi principale ale țărilor).

2. Va fi o creștere de tonaj mediu asupra bastimentelor dela 5000—8000 tone, dar tonajul celor mai mari bastimente, nu pare că va depăși într'un viitor apropiat, tonajul maxim dinainte de război.

3. Imbunătățirile ce trebuiesc prevăzute pentru primirea bastimentelor de mare calaj, trebuiesc studiate astfel ca să ajungem la cel mai mic cost total, ținând seama de cele două elemente următoare: pe de o parte diminuarea cheltuielilor de voiaj prin augmentarea calajului vaselor; pe de alta de cheltuielile suplimentare care ar rezulta prin adâncirea porturilor, a șenalurilor prin sporirea adâncimilor lângă cheuri, în ecluze, formele de radoub, etc.

Se specifică ca după socotelile făcute de unii raportori, se poate considera cu oarecare aproximație, ca cheltuiala totală a construcțiunilor unui port pentru lucrări de tipuri analoage, crește cu cubul adâncimei.

4. Manipularea rapidă și economică a mărfurilor într'un port, este tot așa de importantă ca construcțiunea cheurilor în apa adâncă, pentru că cheltuielile așezării mărfurilor în hangare vaste și pe platforme întinse pentru încărcarea marilor bastimente și expediția lor rapidă, reprezintă un element important al cheltuielii.

5. Poate să fie avantajos în interesul unui port interior, situat la mare distanță de mare, să se creeze aproape de coastă, un port de escală, pentru marile paqueboturi; acest port de escală constituind un avant-port care să depindă de portul principal și de aceeași direcțiune.

6. În ceea ce privește lucrările de construit sau de curând construite este locul să se noteze că în unele cazuri a trebuit să se realizeze o profunzime de 40 picioare (12—20 m.) pentru paqueboturile transatlantice, pe când profunzimile adoptate pentru cargoboturi sunt în general mai slabe.

Cum traficul unui port este asigurat și va continua să fie asigurat într'o lungă măsură prin vase de un calaj mediu, s'ar putea să se oblige bastimentele de mare calaj să plătească în proporție taxe mai ridicate.

b) *Tipuri de lucrări pentru acostarea vaselor de mare calaj în mările cu flux și reflux.*

Deși această chestiune nu interesează în deosebi țara noastră unde nu există mări cu flux și reflux, totuși din punct de vedere științific este bine să fie cunoscute concluziunile la care s'a ajuns în urma discuțiunilor făcute pe baza lucrărilor prezentate de diferiți raportori.

Aceste concluziuni relative la chestiunea de mai sus sunt exprimate prin cele ce urmează :

Făcându-se excepție de porturile deservite de marile paquebot-uri transatlantice, va fi greu de justificat, înaintea unei date îndepărtate, necesitatea unei profunzimi superioare de 35 picioare (10.57 m.), în timpul refluxului, așa că pentru mult timp încă un port în care se dispune de 30 picioare (9.15 m.) apă în timpul refluxului, poate fi considerat ca un port de primul rang.

Atât pentru prima cât și pentru a doua chestiune, opiniunile fiind împărțite, congresul a adoptat următoarea concluziune generală :

Congresul exprimă dorința ca chestiunile mai sus menționate să fie remise la ordinea de zi a viitorului congres și ca între timp ele să facă obiectul în fiecare țară, unui studiu aprofundat, la care vor lua parte reprezentanții diverselor interese în cauză, în special: constructorii de bastimente, armatorii, explotanții porturilor, inginerii porturilor și administrațiunilor drumurilor de fer, absența în trecut a unei astfel de colaborări părănd a fi împiedicat dezvoltarea rațională a porturilor și a bastimentelor.

În cursul acestui studiu va trebui să se examineze în special din punct de vedere economic dimensiunile ce vor trebui adoptate pentru bastimente și pentru porturi.

c) Avantajele respective ale instalațiunilor de pe bastimente și a aceloră de pe cheuri pentru încărcarea și descărcarea bastimentelor. Utilajul mecanic al porturilor. Manipularea mecanică a mărfurilor. Încărcarea, descărcarea și transportul între bastimente și diversele locuri de depozit acoperite sau nu cu hangare.

Discuțiuni foarte îndelungate au urmat asupra acestui subiect unii fiind partizani ai utilajului cât mai complet de pe bastimente astfel ca un vas să aibă tot ce-i trebuie din punct de vedere mecanic pe dânsul pentru ca să poată efectua operațiunile de încărcare și descărcare în diferitele porturi de escală fără să aibă nevoie să utilizeze instalațiunile fixe din aceste porturi. Alții din contră au susținut cu argumente tehnice foarte serioase faptul ca un vas să nu posede pe dânsul decât strictul necesar ca instalațiuni

mecanice urmând ca să utilizeze de preferință instalațiunile fixe din porturi cari singure pot fi dezvoltate și perfecționate cu mai multă ușurință.

Recunoscându-se avantaje și dintr'o parte și din alta congresul a ajuns la rezoluțiunile următoare :

1. Pentru încărcarea și descărcarea mărfurilor în vrac, în cea mai mare parte a cazurilor este preferabil să se întrebuinteze utilajul portului.

În mod general de altfel utilajul unui port este superior ca randament utilajului după bastimente. Cu toate acestea este însă esențial ca fiecare bastiment să fie prevăzut cu un utilaj apropiat transportului pe care îl efectuează în mod normal.

2. Problema utilajului mecanic al porturilor pentru manipulări este foarte complexă pentru a putea da loc la concluziuni generale.

În toate cazurile acolo unde un asemenea utilaj poate fi instalat în mod economic este de dorit ca el să fie bine instalat, pentru că permite o manipulare mai rapidă și mai puțin costisitoare a mărfurilor.

Detaliile acestui utilaj mecanic trebuie să depindă neapărat de trebuințele și posibilitățile fiecărui port considerat în mod individual.

Independent de chestiunile de mai sus s'au mai dezbătut în congres și următoarele comunicări cu privire la lucrările maritime.

a) *Beton și beton armat. Aplicațiunile lor la lucrările hydraulice. Mijloacele de a asigura conservarea și etanșeitatea lor.*

Asupra acestei comunicări congresul a adoptat în principiu :

1. Lucrările în beton constituie soluțiunea cea mai economică pentru lucrările hydraulice fie în apa mării fie altfel. Pentru multe lucrări speciale întrebuintarea betonului armat constituie o variantă mai puțin costisitoare și dând bune garanții.

2. Lucrările în beton de ciment Portland armat sau nu, sunt susceptibile de a fi studiate în privința densității și impermeabilității betonului astfel ca el să fie asigurat

contra oricărei desagregări pentru lucrările hydraulice în apa de mare sau altfel.

3. Concepțiunea lucrărilor în beton armat expuse influențelor marine : necesitează un studiu special : ele vor trebui prevăzute sub forme de dimensiuni mai mari și cu forme mai simple decât lucrările similare cari se stabilesc în alte părți ; este locul să se adopte în general grosimi minime pentru beton și o acoperire minimă a armăturilor.

4. Practica combinațiilor și amestecului cu produse puzolanice trebuie studiată serios.

5. Este de dorit să se procedeze la noi cercetări asupra comportării cimenturilor Portland în timpul fenomenului prizei, prin urmare în cursul unei lungi perioade de timp.

6. Comportarea betonului armat sau nu, va face obiectul unor studii apropiate pentru congresul viitor.

b) Intrebuințarea combustibilului lichid în navigațiune și consecințele sale.

Asupra acestei chestiuni subsemnatul a prezentat un raport detaliat arătând întrebuințarea combustibilului lichid la locomotive și bastimente în România, consecințele și cercetările ce trebuiesc făcute în viitor.

Concluziunile admise de congres în această materie se rezumă în cele ce urmează :

1. Nefiind unanimitate completă în privința rezervelor mondiale nu ar fi nici o teamă cel puțin pentru mai multe generațiuni, de epuizarea rezervelor mondiale ale acestui combustibil.

2. Progresele în practica folosinței economice a combustibilului vor continua neîntrerupt așa că pe măsură ce se va realiza îmbunătățiri în eficacitatea combustiei va fi mai economic ca să se menajeze rezervele de petrol prin dezvoltarea unor surse secundare foarte abundente de aprovizionare, precum distilarea cărbunelui și a sistelor sau poate hydrogenarea cărbunelui.

3. Combustibilul din ulei este pe cale de a se substitui astăzi cărbunelui pentru încălzirea căldărilor de mare. Uleiul combustibil a fost adoptat de toate marinele de război, de numeroase mari paquebot-uri de pasageri și înlocuește astăzi fie ca combustibil unic fie prin alternanța, într'un număr mereu crescând de cargobot-uri. Bastimentele

din această ultimă categorie vor continua să folosească unul sau altul din combustibili după conveniența prețului. Alternanța este de mare valoare în timp de grevă și în orice întrerupere de aprovizionare.

4. Adoptarea motorului cu combustie internă în navigație s'a făcut în țările unde rezervele de combustibil indigen erau insuficiente (Scandinavia).

În vedere că dificultăți mari se prezintă în folosința motorului cu combustie internă la bastimentele de foarte mare putere este de presupus ca marinele de război nu vor adopta acest sistem care însă se va desvolta în diferitele marine de comerț.

c) *Utilizarea marcelor pentru producțiunea de forțe motrice, pentru serviciul iluminării porturilor, pentru manevrele lucrărilor maritime etc.*

Chestiunea aceasta din punct de vedere științific nu a putut fi cu totul rezolvată, părerile fiind împărțite. Unii din raportori indică diferite încercări cu aparate speciale pentru întrebuințarea marcelor ca producătoare de forțe motrice, alții arată că chestiunea se află în domeniul încercărilor și că până acum reguli generale nu pot să fie date astfel încât nici o soluțiune definitivă și practică nu a putut fi dată asupra utilizării mișcărilor mării la producțiunea forței motrice. Aparate numite Aquapulsor, Hydropulsor nu convin decât pentru mici puteri. Intreaga chestiune a fost remisă spre a fi studiată în congresul viitor.

d) *Principalele progrese realizate în iluminarea, balizarea sau semnalizarea coastelor. Unificarea (standardizarea) a caracterelor semnalizării maritime.*

Discuțiunile au fost foarte interesante, diferiții ingineri căutând mijlocul de a ajunge la reguli generale atât în ceea ce privește felul culorii farurilor cât și modul așezării lor, constatându-se însă că situațiunile sunt cu totul diferite în diferitele țări și că nu pot fi uniformizate caracteristicile tuturor farurilor, fără a produce confuziune navigatorilor.

Pentru diferitele motive desvoltate în discuțiuni congresul a admis că nu este posibil să se propue o formulă generală de diferențiere pentru sectoarele de siguranță și pentru acelea cari indică ocolirea obstacolelor, fie prin caracteristica luminei, fie prin culoare. El consideră că

imposibilitatea adoptării unei reglementări generale uniforme fiind recunoscută, urmează ca navigatorul să știe că în loc de a se încrede în aplicarea unei reguli ce nu ar putea fi decât teoretică el trebuie ca în fiecare caz să aibă recurs la indicațiunile după hărți și la lista farurilor.

Acestate fiind în esență lucrările celui de al 13-lea congres de navigație la care ați binevoit a mă delega să iau parte, veți binevoi a aprecia de ce mare importanță științifică au fost chestiunile cari s'au desbătut, și cât de mult un inginer specialist în materie a putut profita din contactul ce l-a avut cu cei mai calificați specialiști mondiali.

Aceste lucrări completate prin diferitele vizite în porturile importante ale Angliei precum și prin explicațiunile ce ne-au fost date de către inginerii englezi ne-au putut îmbogăți în mod util cunoștințele noastre tehnice spre a putea fi eventual puse în serviciul țării. Am regretat însă că fiind singurul delegat din partea României la acest congres, cu toată silința ce mi-am dat mi-a fost de multe ori imposibil să urmăresc deodată în toate amănuntele lucrările din ambele secțiuni.

De aceea pentru viitor va fi util țării ca făcând ceva mai mari sacrificii materiale, să urmeze exemplul celorlalte țări de a trimite un număr cât mai mare de ingineri specialiști la asemenea congrese.

Specificăm că din partea Franței au luat parte 17 ingineri.

Inginer inspector general, **G. Popescu.**

Grinzi în arc static determinate simple și continue ¹⁾

MAXIMILIAN MARCUS

Inginer

De oarece putem construi *linia de influență*, dacă cunoaștem 2 din cele 4 puncte A_s , C_s , F_7 și C'_s , vom alege pe cele mai favorabile din ele, iar celelalte 2 vor putea servi drept control.

99. Am construit în fig. 68 și 74 liniile de influență pentru forțele interioare într-o bară din talpa superioară și pentru alta din talpa inferioară. Să considerăm încă o diagonală și un montant, de ex. diagonală 4—5 (fig. 75) și montantul 9—10 (fig. 76).

Pentru diagonală 4—5 avem linia de influență A_s , T_s , S_4 , C_4 , B_3 presupunând că forțele acționează la talpa superioară a grinzii. Atât timp cât forța $P=1$ se găsește la stânga nodului 4 avem drept linie de influență o dreaptă, care are ordonata zero pentru forța P peste reazăm stâng. Când forța se află între nodul 6 și articulația C avem o altă dreaptă, iar când forța a depășit articulația C o a 3-a dreaptă, care are ordonata egală cu zero pe verticala reazimului drept. Când forța P se află între nodul 4 și nodul 6 avem drept linie de influență o dreaptă care unește

¹⁾ A se vedea numerile 3—4 (Martie—Aprilie) 1920, 7—8 (Iulie—August) 1920, 11—12 (Noembrie—Decembrie) 1922, 4—6 (Aprilie—Iunie) și 7—8 (Iulie—August 1923, ale Buletinului Soc. Politehnice.

punctele liniei de influență corespunzătoare nodurilor 4 și 6; aceasta în virtutea principiului că în cazul încărcărilor indirecte linia de influență între 2 puncte prin care se transmit încărcările indirecte este o dreaptă.

În fig. 75 avem această linie de influență compusă din 4 drepte. Ordonata $A_3 A_1$ este dată de planul Cremona din fig. 70. Deasemenea distanța $C_3 C_1'$ este găsită din fig. 73, $C_3 C_4$ din fig. 69 și $C_1 C_1'$ din fig. 72.

100. Dreapta $S_1 C_1$ taie axa liniei de influență în N_3 . Prelungind barele tălpilor 4—6 și 3—5 tăiate de secțiunea $X X'$ care taie în acelaș timp și bara 4—5, găsim punctul Q . Unind acest punct cu A tăiem dreapta BC în N .

Punctele N și N_3 se găsesc pe aceeași verticală, de oarece, o forță aplicată în N produce o reacțiune în reazimul stâng ce trece prin Q ; așa dar momentul reacțiunii în raport cu Q este nul, prin urmare și forța interioară în bara 4—5 este egală cu zero. De aci urmează că ordonata liniei de influență trebuie să fie nulă, deci punctul N_3 se află vertical peste punctul de intersecție N al liniei de influență cu axa ei.

101. Liniile $A_1 C_4$ și $A_3 C_1'$ se taie în Q_1 care se află pe verticala prin Q . Ca să demonstrăm aceasta este suficient să dovedim că

$$\frac{A_3 A_1}{C_4 C_1'} = \frac{x_1}{x_1} \quad (198)$$

Ordonata $A_3 A_4$ este forța interioară din bara 4—5 rezultând din aplicarea forței $P=1$ în reazimul stâng, dar socotind'o că face parte din seria forțelor de la dreapta nodului 5. Dacă însemnăm cu m perpendiculara dusă din Q pe bara 4—5, și cu x_1 distanța de la Q la verticala reazimului stâng avem

$$A_3 A_4 \cdot m = 1 \cdot x_1 \quad \text{sau}$$

$$A_3 A_4 = \frac{x_1}{m} \quad (199)$$

Ordonata $C_3 C_4$ este forța interioară din bara 4—5 când aplicăm forța $P=1$ în articulația C . Ținând cont că $a_1 = x_1 - x_1'$ (fig. 66) avem conf. ecuațiilor (4)

$$A = P - \frac{P(x_1 - x_1')}{K_1} \quad \text{și}$$

$$H_1 = \frac{P(x_1 - x_1')}{K_2}$$

deci $C_3 C_4 \cdot m = A \cdot x_1 - H_1 (f + \delta + \varepsilon)$ sau

$$(200) \quad C_3 C_4 = \frac{1}{m} \left[P \cdot x_1 - \frac{P(x_1 - x_1') x_1}{K_1} - \frac{P(x_1 - x_1') (f + \delta + \varepsilon)}{K_2} \right]$$

De asemenea ordonata $C_3 C_4'$ este forța interioară din bara 4—5 ce rezultă când aplicăm forța $P=1$ în C și descompunem reacțiunea reazimului drept în 3 forțe paralele cu direcțiunile barelor 4—6, 4—5 și 3—5. Prin urmare

$$C_3 C_4' \cdot m = B(l - x_1) - H_2(f + \varepsilon)$$

sau

$$(201) \quad C_3 C_4' = \frac{1}{m} \left[\frac{P(x_1 - x_1')}{K_1} (l - x_1) - \frac{P(x_1 - x_1') (f + \varepsilon)}{K_2} \right]$$

Scăzând ecuațiunea (201) din (200) și ținând cont că $P=1$ și că $C_3 C_4 - C_3 C_4' = C_4 C_4'$ avem

$$C_4 C_4' = \frac{1}{m} \left[x_1 - \frac{x_1 - x_1'}{K_1} l - \frac{x_1 - x_1'}{K_2} \cdot \delta \right]$$

sau

$$(202) \quad C_4 C_4' = \frac{1}{m} \left[x_1 - (x_1 - x_1') \left(\frac{1}{K_1} + \frac{\delta}{K_2} \right) \right]$$

Dacă înlocuim K_1 și K_2 cu valorile lor din ecuațiunile (3) găsim

$$\frac{1}{K_1} + \frac{\delta}{K_2} = \frac{f \cdot l}{f \cdot l + \delta \cdot e} + \frac{\delta \cdot e}{f \cdot l + \delta \cdot e} = 1$$

deci

$$(203) \quad C_4 C_4' = \frac{1}{m} \left[x_1 - (x_1 - x_1') \right] = \frac{x_1'}{m}$$

Divizând ecuațiunea (199) cu (203) avem

$$\frac{A_3 A_4}{C_4 C_4'} = \frac{x_1}{x_1'}$$

ceea ce am voit să dovedim.

102. Pentru montantul 9—10 avem linia de influență $A_5 C_6 K_6 M_6 B_5$ (fig. 76). Ea se compune de asemenea din 4 drepte. Prelungind barele 9—11 și C—10 care se găsesc în aceeași secțiune cu montantul 9—10 găsim nodul acestui montan, care din întâmplare coincide cu nodul 2.

Unind 2 cu B și tăind A C găsim punctul I (fig. 66), care se găsește vertical peste I_5 . Acest din urmă punct se găsește la intersecția dreptei $C_6 K_6$ cu axa liniei de influență.

103. Din cele expuse mai sus vedem că pentru a determina linia de influență pentru o diagonală sau montan avem nevoie de 5 puncte dintre cari 2 sunt totdeauna date, adică punctele sub reazime pentru cari linia de influență are ordonatele egale cu zero. Pentru celelalte 3 puncte putem alege; căci în realitate avem posibilitatea de a găsi 5 puncte dacă cunoaștem verticala ce trece prin nodul barei. Astfel pentru bara 4—5 putem determina cu ajutorul planurilor Cremona punctele A_4, C_4, C_4' iar cu ajutorul nodului barei adică a punctului Q alte 2 puncte N_3 și Q_4 . Având 2 puncte în plus putem controla lucrarea dacă nu e greșită. Tot astfel pentru montantul 9—10 avem 5 puncte B_6, C_6, C_6', I_5 și A_6 . Câte odată ne sunt suficiente chiar numai 2 puncte, dacă cunoaștem verticala ce trece prin nodul barei, de ex. în fig. 75 ne sunt suficiente A_4 și N_3 dacă cunoaștem verticala prin Q, căci unind A_4 cu N_3 printr'o dreaptă determinăm S_3, C_4 și Q_4 , iar punctul T_3 se determină prin unirea punctelor Q_4 și A_3 printr'o altă dreaptă. Deasemenea în fig. 76 e suficient să cunoaștem 2 puncte de ex. I_5 și C_6' dacă cunoaștem poziția verticalei nodului montantului 9—10 adică verticala prin punctul 2 căci unind C_6' cu B_5 determinăm M_6 și A_6 și apoi ducând dreapta $A_6 I_5$ găsim punctele C_6 și K_6 .

104. Cele 2 planuri Cremona din fig. 70 și 71 se pot contopi într'unul dacă spațiul ne permite, pornind de la o verticală $A = B = 1$ și făcând descompunerile forțelor la dreapta și la stânga acestei verticale, așa că în realitate avem 3 planuri, care ne dau punctele necesare: fig. 69, fig. 70 contopite cu fig. 71 și fig. 73, iar planul din fig. 72 ne servește drept control pentru distanțele $C_8 C_8', C_2 C_2', C_4 C_4'$ etc. Cu ajutorul acestor planuri determinăm liniile de influență ale tuturilor barelor sistemului.

B. Cazuri speciale. Grinzi simetrice.

105. Dacă reazimele se află pe aceeași orizontală, punctul C la mijloc între reazime iar zăbrelele și barele dispuse simetric în raport cu verticala ce trece prin C avem o grindă simetrică. Operațiile se simplifică prin faptul că vom calcula numai eforturile pentru barele și zăbrelele unei jumătăți de grindă.

Lăsăm în seama cititorului de a-și desena epurele necesare, ele neprezentând nimic deosebit de cazul general.

C. Forțe repartizate.

106. Când forțele sunt repartizate însă mobile, ne vom servi tot de liniile de influență pentru calculul eforturilor și prin urmare pentru determinarea secțiunilor zăbrelelor grinzii. Dacă însă forțele repartizate sunt fixe și acționează în total sau în parte asupra grinzii ne vom servi de procedeul următor :

Determinăm mărimea forțelor de fiecare nod, aflăm rezultantele din dreapta și din stânga articulației și determinăm reacțiunile R și R_1 , după aceea desenăm un plan Cremona și aflăm forțele în diferitele bare.

Pentru a fixa ideile să considerăm grinda noastră din fig. 66 încărcată uniform pe toată întinderea ei. Am determinat reacțiunile R și R_1 . Pentru a nu încărea figura am lăsat de o parte liniile cari au servit la determinarea lor. Am descompus apoi printr'un plan Cremona reacțiunile și forțele paralel cu barele grinzii începând dela A la C și dela B la C. Punctul de intersecție al forțelor 8—C și 9—C se găsește pe orizontala ce desparte forțele din dreapta de cele din stânga articulației. (În cazul nostru pe orizontala dintre forțele 8 și 9 *).

*) Din eroare în fig. 77 s'au notat forțele: 2, 4, 6 etc. de sus în jos. În realitate forțele urmează de sus în jos în modul următor: 13, 11, 9, 8, 6, 4, 2. Prin extremitatea forței 13 trece reacțiunea R_1 , iar prin extremitatea forței 2 trece reacțiunea R . Rugăm a se face corectura aceasta în fig. 77.

107. Pentru grinzi simetrice este suficient a construi planul Cremona pentru o jumătate de grindă.

D. Forțe orizontale izolate. Linii de influență.

108. Ca și la grinzile pline putem determina reacțiunile cu ajutorul formulelor (95) și (97) în cazul când asupra unei grinzi cu zăbrele lucrează o forță izolată orizontală $P=1$, cu direcțiunea dela stânga la dreapta. Metodele indicate acolo servesc și aci pentru determinarea grafică a liniilor de influență ale reacțiunilor.

Momentele de flexiune în raport cu nodurile barelor se construiesc analog ca momentele de flexiune pentru centrele de gravitate ale secțiunilor grinzilor pline, nodul barei unei grinzi cu zăbrele înlocuind centrul de gravitate al secțiunii unei grinzi pline.

Tot astfel și puterile tăetoare se găsesc analog ca la grinzile pline.

Este însă mai simplu să găsim direct eforturile în barele sistemului fără a mai determina momentele și puterile tăetoare.

Să considerăm pentru acest scop grinda din fig. 78. O forță $P=1$ care se mișcă dela A la C și de acolo la B (având direcția dela stânga spre dreapta) va naște 2 reacțiuni R_1 și R_2 cari vor varia în mărime și poziție după poziția forței. Să presupunem că una din pozițiile forței P ar fi P_1 în nodul 6 între A și C.

Luăm în fig. 79 orizontala MN egală cu $P_1=1$ într'o seară oarecare. Prin M ducem o paralelă la dreapta ce unește articulația B cu C, iar prin N o paralelă la dreapta AS pe care o obținem când tăiem dreapta BC cu forța P_1 în S și unim acest punct cu A. Aceste 2 paralele se taie în N_2 . Este ușor de văzut că reacțiunea din stânga $R_1=N N_2$ iar cea din dreapta $R_2=N_2 M$. Ducând perpendiculara $N_2 N_2'$ pe MN găsim componentele orizontale și verticale ale reacțiunilor și anume:

$$\left. \begin{aligned} A &= N_2' N_2 \\ B &= N_2 N_2' \end{aligned} \right\} \begin{aligned} H_1 &= N N_2' \\ H_2 &= N_2' M \end{aligned} \quad (204)$$

Să considerăm o bară din talpa superioară de ex. 4—6. Nodul opus este 5. Linia de influență a forțelor interioare din bară se compune din 3 drepte corespunzătoare pozițiunii forței între A și 5, între 5 și C și între C și B. Intr'adevăr când forța $P=1$ se află între A și 5 rezultanta forțelor și reacțiunilor care trebuie descompusă în 3 direcțiuni paralele cu cele 3 bare tăiate de secțiunea XX' este rezultanta dintre reacțiunea din stânga R_1 și forța $P=1$. Dacă P se mișcă dela A la C reacțiunea R_1 se învârtește în jurul lui N (fig. 79) dela NM la NO, iar rezultanta ei cu forța $P=MN$, coincide cu dreapta MO variând dela zero la MO în ceea ce privește mărimea și coincide cu BC (fig. 78) în ceea ce privește poziția, direcția ei fiind opusă direcției reacțiunii R_2 . Prin urmare momentul de flexiune este proporțional cu rezultanta variabilă $MN_1, MN_2... MO$. Așa dar și forța interioară în bara 4—6 va fi proporțională cu această rezultantă. Să considerăm o rezultantă oarecare din această serie de ex. MN_1 . Vedem din fig. 79 că

$$MN_1 = \frac{N_1 N_1'}{\sin \alpha} \quad (205)$$

Unghiul α este constant iar $N_1 N_1'$ ne reprezintă reacțiunea verticală în valoare absolută a ori cărui din cele 2 reazime. Această valoare este însă o funcțiune lineară în raport cu distanța verticală a forței $P=1$ dela reazimul stâng. Urmează deci că și MN_1 este o funcțiune lineară în raport cu aceeași variabilă. Cu alte cuvinte forța interioară din bară, care este proporțională cu această rezultantă să fie și dânsa o funcțiune lineară în raport cu distanța verticală a forței $P=1$ de la reazimul stâng adică cu variabila b (fig. 78) și linia de influență se poate reprezenta printr'o dreaptă. Dacă ducem în fig. 80 o verticală $A_3 C_3$ pe care o considerăm drept axă, dela care se vor măsura abscisele liniei de influență, dreapta $A_3 I_1$ va fi prima parte a liniei de influență ce căutăm.

Când forța $P=1$ depășește nodul 5 și se mișcă dela 5 la C, rezultanta pe care trebuie să o descompunem iarăși în cele 3 direcțiuni paralele cu 4—6, 4—5 și 3—5 este chiar reacțiunea R_1 . Dacă ne închipuim un sistem de axe rectan-

gulare cu origina în A și cu linia absciselor orizontală, și dacă însemnăm cu x_5 și y_5 coordonatele nodului 5 iar cu M_5 momentul reacțiunii R_1 în raport cu nodul 5 avem fiindcă momentul reacțiunii este egal cu suma momentelor componentelor sale

$$M_5 = -A \cdot x_5 + H_1 \cdot y_5$$

De oarece însă A și H_1 sunt funcțiuni lineare în raport cu variabila b, iar x_5 și y_5 constante, urmează că și M_5 este o funcțiune lineară a variabilei b, iar forța interioară a barei 4—6, care este proporțională cu acest moment, va fi și dânsa o funcțiune lineară a aceleiași variabile b. Linia ei de influență se va putea represinta printr'o dreaptă. În fig. 80 această dreaptă este $I_4 C_4$.

În fine când forța $P=1$ se află între C și B, rezultanta pe care o căutăm pentru a o descompune în cele 3 direcțiuni de care am vorbit mai sus, coincide cu reacțiunea R_1 a reazimului stâng. Această reacțiune coincide în poziție cu AC și variază dela NO la zero fiind proporțională cu distanța verticală a forței $P=1$ dela reazimul drept. Prin urmare și momentul acestei reacțiuni în raport cu nodul 5 va fi proporțional cu distanța verticală a forței $P=1$ dela reazimul drept și de oarece forța interioară a barei 4—6 e proporțională cu momentul de flexiune în raport cu nodul 5 va fi și dânsa proporțională cu aceeași distanță verticală a forței $P=1$ dela reazimul drept, adică va fi o funcțiune lineară a acestei variabile. Linia de influență pentru cazul când forța $P=1$ se mișcă dela C la B va fi deci o dreaptă, care în cazul fig. noastre va fi represintată prin $C_4 B_4$ (fig. 80).

Linia de influență se compune deci din 3 drepte. Pentru construirea lor ne trebuie 6 puncte. Două din ele A_3 și B_3 ne sunt cunoscute de oarece au abscisele egale cu zero, deci cad pe axa verticală $A_3 C_3$ și la intersecția ei cu orizontalele reazimelor. Ne mai trebuie deci 4 puncte.

Dacă prelungim $A_3 I_4$ până la intersecția acestei drepte cu orizontala articulației găsim punctul C_4' . Deasemenea dreapta $C_4 I_4$ taie orizontala reazimului stâng în A_4 și axa liniei de influență în G_3 .

‘Dacă cunoaştem A_1 , C_1 şi C_4 putem construi linia de influenţă. Distanţa C_3C_4 nu este altceva de cât forţa ce rezultă în bara 4—6 când aplicăm forţa $P=1$ în articulaţia intermediară. Prin urmare dacă construim un plan Cremona pentru forţa $P=1$ aplicată în C găsim distanţele C_3C_4 pentru liniile de influenţă ale tuturilor barelor sistemului (fig. 81).

Distanţa A_3A_4 este forţa interioară ce am obţine în bară dacă am aplica o forţă orizontală $P=1$ în A însă am socoti-o că face parte din seria forţelor situate între nodul 5 şi C, cu alte cuvinte dacă am construi un plan Cremona pentru forţa $H_1=-1$ aplicată în A şi am considera extremitatea C încastrată am găsi valorile A_3A_4 pentru toate barele situate între A şi C. Pentru barele dintre C şi B va trebui să construim un al doilea plan Cremona pentru forţe $H_2=-1$ aplicată în B şi considerând grinda CB încastrată în C. Aceste 2 planuri Cremona se pot construi într-o singură figură după cum se vede din epura noastră (fig. 82) unde avem o forţă orizontală $P=-1$ iar cele două planuri Cremona sunt situate unul deasupra forţei $P=-1$ (pentru grinda CB) iar cellalt dedesubtul forţei $P=-1$ (pentru grinda AC).

Distanţa C_3C_4 poate fi considerată ca influenţa unei forţe orizontale $P=1$ aplicate în articulaţia intermediară dar socotită că face parte din seria forţelor dintre A şi nodul 5. Distanţa aceasta deci o putem afla descompunând reacţiunea din dreapta produsă de forţa $P=1$ aplicată în C printr’un plan Cremona (în care caz socotim grinda încastrată în A şi reacţiunea aplicată direct în C) în forţe paralele cu barele grinzii AC. Pentru barele grinzii CB vom considera grinda încastrată în B iar reacţiunea din stânga se va descompune în forţe paralele cu barele grinzii CB. În fig. 83 avem reacţiunea R_1 descompusă în forţele C—10, C—9 etc. paralele cu barele grinzii CB şi reacţiunea R_2 descompusă în forţele 6—C, 7—C etc. paralele cu barele grinzii AC. Aceste forţe ne reprezintă distanţele C_3C_4 pentru barele respective. Puterile pozitive se vor purta la dreapta axei iar cele negative la stânga axei liniei de influenţă.

Punctul C_4 îl mai putem găsi cu ajutorul distanței $C_1 C_4$ care nu este altceva decât diferența algebrică între $C_3 C_4$ și $C_3 C_1$. Distanța $C_1 C_4$ se află printr'un plan Cremona în care considerăm grinda AC încastrată în A și solicitată în C printr'o forță orizontală $P = -1$, iar grinda CB încastrată în B și solicitată în C de forța orizontală $P = -1$.

Aceste două planuri Cremona sunt combinate într'unul singur în fig. 84 unde avem forța orizontală $P = -1$ și forțele pentru barele grinzii AC deasupra, iar pentru CB dedesubtul forței $P = -1$.

Atât în fig. 84 cât și în 83 începem cu descompunerea reacțiunilor respectiv a forței $P = -1$ dela articulația intermediară spre reazime.

109. E ușor de văzut că cele spuse pentru o bară din talpa superioară se aplică și la o bară din talpa inferioară. În fig. 85 avem linia de influență pentru bara 9—11 din talpa inferioară. Distanța $B_7 B_8$ o găsim în planul Cremona din fig. 82, $C_7 C_8$ din fig. 81, $C_7 C'_8$ din fig. 83 iar $C_8 C'_8$ din fig. 84.

De observat este că deoarece scara din fig. 81 este de 2 ori mai mare decât scările fig. 82, 83 și 84, distanțele $C_3 C_4$ din fig. 80 și $C_7 C_8$ din fig. 85 sunt jumătate din lungimile respective ale fig. 81. Asupra acestui punct trebuie să atragem mai cu seamă atențiunea, ca la desenarea liniilor de influență să se reducă toate abscisele date de planurile Cremona la aceeași scară.

Dacă unim (fig. 78) punctul A cu nodul opus barei adică cu punctul 5 și tăiem cu această dreaptă linia CB în G , acest punct se află pe aceeași orizontală cu punctul G_3 din fig. 80, pentru că or ce forță orizontală aplicată în G produce o reacțiune în stânga R_1 care trece prin nodul 5 opus barei 4—6. Prin urmare forța în bara 4—6 este zero și abscisa liniei de influență trebuie să fie egală cu zero. Ori punctul G_3 fiind pe axă are abscisa zero.

Punctul I_4 care este intersecțiunea celor 2 drepte $A_3 C_4$ și $A_1 C_4$ ale liniei de influență (fig. 80) se găsește pe orizontala prin nodul opus barei 4—6 adică pe orizontala prin punctul 5, deoarece o forță aplicată în 5 poate fi

considerată ca făcând parte din seria forțelor dintre A și 5 sau dintre 5 și C prin urmare abscisele ambelor drepte au aceeași valoare pentru nodul 5, așa dar ele se taie pe orizontala prin 5.

Din cele expuse mai sus vedem că numărul punctelor necesare pentru a construi linia de influență se reduce la 2 dacă cunoaștem orizontala nodului opus barei sau numai un singur punct dacă cunoaștem poziția punctului G_3 căci dacă avem date de exemplu G_3 și C_1 determinăm I_1 unind C_1 cu A_3 și tăind orizontala nodului 5 unim apoi G_3 cu I_1 și determinăm C_1 pe orizontala articulației și unind apoi B_3 cu C_1 am determinat linia de influență căutată $A_3 I_1 C_1 B_3$. Dar dacă cunoaștem și punctele C_1 și A_1 pe lângă G_3 și C_1 vom putea controla lucrarea.

În cazul barei 9—11 din talpa inferioară (fig. 85) avem punctul N_7 pe aceeași orizontală cu punctul N pe care îl obținem dacă unim punctul B cu nodul 10 opus barei 9—11 și tăiem linia de intersecție a reacțiunilor adică linia A C.

Tot astfel punctul M_8 se află pe aceeași orizontală cu nodul 10 opus barei 9—11.

110. Dar și în cazul diagonalelor vom putea construi liniile de influență cu ajutorul aceluiași planuri Cremona, de care ne am servit la construcția liniilor de influență pentru barele tălpilor. Vom vedea că în acest caz linia de influență se compune din 4 drepte analog ca în cazul forțelor verticale. Fie diagonala 5—6. Să presupunem că forța e aplicată la talpa superioară (exterioară) mișcându-se de la A la C și apoi dela C la B (fig. 78). Atât timp cât forța se află între A și nodul 4 avem drept linie de influență o dreaptă care are abscise zero când forța P e aplicată în A. Când forța se află între nodul 6 și C avem o altă dreaptă, în fine când forța se mișcă dela C la B avem o a 3-a dreaptă care are abscisa zero pentru poziția forței în B.

Pentru cazul când forța se mișcă dela 4 la 6 linia de influență este o dreaptă care unește punctele corespunzătoare ale primei drepte pentru poziția forței în 4 și ale secunde drepte pentru poziția forței în 6. Aceasta din cauză că în cazul încărcărilor indirecte linia de influență între 2 noduri prin care se transmit încărcările este o dreaptă.

În fig. 86 avem linia de influență pentru diagonală 5—6. Ea se compune din 4 drepte: $A_1 T_1 S_2 C_2 B_1$.

Prelungim dreapta $S_2 C_2$ (fig. 86) și tăiem orizontala reazimului stâng în A_2 iar axa $A_1 C_1$ a liniei de influență în F_1 și prelungirea dreptei $A_1 T_1$ în D_1 . Această din urmă dreaptă taie orizontala articulației în C_2 . Dacă cunoaștem poziția punctelor A_2 , C_2 și C_2' linia de influență e determinată, căci unim A_1 cu C_2 și tăiem orizontala nodului 4 în T_1 unim A_2 cu C_2 și tăiem orizontala nodului 6 în S_2 . Unind apoi S_2 cu T_1 și C_2 cu B_1 obținem linia frântă $A_1 T_1 S_2 C_2 B_1$.

Observăm că și aci ca la barele din tălpi distanțele $A_1 A_2$, $C_1 C_2$, $C_1 C_2'$ și $C_2 C_2'$, ne sunt date de planurile Cremona din fig. 81, 82, 83 și 84. Într'adevăr:

$A_1 A_2$ este abscisa liniei de influență pentru o forță $P=1$ aplicată în A dar socotită că face parte din seria forțelor situate între nodul 6 și articulația C . Aceste abscise ne sunt furnizate de planul Cremona din fig. 82.

$C_1 C_2$ este abscisa liniei de influență a unei forțe $P=1$ aplicate în C . Aceste abscise le găsim în planul Cremona din fig. 81.

$C_1 C_2'$ este abscisa liniei de influență a unei forțe $P=1$ aplicate în C și socotită ca făcând parte din seria forțelor situate între A și nodul 4. Aceste abscise ne sunt date de planul Cremona din fig. 83.

În fine $C_2 C_2'$ este abscisa liniei de influență a unei forțe $P=-1$ care solicită grinda AC în punctul C și considerând grinda încastrată în A . Aceste abscise le putem măsura în planul Cremona din fig. 84.

Dacă cunoaștem F_1 este suficient să cunoaștem numai poziția unuia din celelalte 3 puncte A_2 , C_2 sau C_2' pentru a determina linia de influență, după cum vom vedea mai la vale.

Punctul F_1 se găsește pe axa liniei de influență. El se găsește și pe orizontala ce trece prin punctul F . Acesta din urmă se găsește în modul următor:

Prelungim barele tălpilor 4—6 și 5—7 care se află în aceeași secțiune $X_1 X_1'$ cu diagonală 5—6 până la intersecția lor în D . Unim D cu A și tăiem linia reacțiunilor CB în F

Orice forță orizontală $P=1$ aplicată în F dă naștere la o reacțiune R_1 ce trece prin punctul D prin care trec și cele două bare 4—6 și 5—7, urmează deci că forța interioară în 5—6 este pentru acest caz zero, de oarece momentul reacțiunii R_1 în raport cu D este zero și momentele forțelor din barele 4—6 și 5—7 sunt de asemenea nule.

Așa dar abscisa liniei de influență este zero și deci punctul F_1 se găsește la intersecția liniei de influență cu axa.

Punctul D se află pe aceeași orizontală cu D_1 care este la intersecția dreptelor A_1C_2 și A_2C_2 . Ca să dovedim aceasta vom calcula distanțele A_1A_2 , C_1C_2 și C_1C_2' . Este ușor de văzut că, dacă însemnăm cu y distanța punctului D dela orizontala reazimului stâng, cu y' distanța dela D la orizontala articulației și cu m distanța dela D la bara 5—6, vom avea :

$$A_1A_2 = \frac{y}{m} \quad (206)$$

$$C_1C_2 = \frac{1}{m} \left[-\frac{y-y'}{K_1} (1-e) + y - \frac{(y-y')y}{K_2} \right] \quad (207)$$

$$\text{și } C_1C_2' = \frac{1}{m} \left[-\frac{(y-y')e}{K_1} + \frac{(y-y')(y-\delta)}{K_2} \right] \quad (208)$$

Aceste formule sunt analoage cu formulele (199), (200) și (201) și se deduc în același mod ca și acelea.

Adunând ecuațiunile (207) și (208) găsim, ținând cont că $C_1C_2 + C_1C_2' = C_2C_2'$

$$C_2C_2' = \frac{1}{m} \left[y - (y-y') \left(\frac{1}{K_1} + \frac{\delta}{K_2} \right) \right] \quad (209)$$

$$\text{sau de oarece } \frac{1}{K_1} + \frac{\delta}{K_2} = 1 \quad \text{avem}$$

$$C_2C_2' = \frac{y'}{m} \quad (210)$$

Divizând (206) cu (210) obținem :

$$\frac{A_1A_2}{C_2C_2'} = \frac{y}{y'} \quad (211)$$

cece dovedește că D_1 e pe aceeași orizontală cu D .

Dacă dar cunoaştem F_1 şi încă un punct de ex. C_2 determinăm linia de influenţă în modul următor: Unim A_1 cu C_2 şi tăiem orizontala nodului 4 în T_1 şi orizontala prin D în D_1 unim apoi D_1 cu F_1 şi tăiem orizontala nodului 6 în S_2 iar orizontala articulaţiei în C_2 . După aceea ducem dreptele $B_1 C_2$ şi $S_2 T_1$ şi avem linia frântă $A_1 T_1 S_2 C_2 B_1$.

Dacă cunoaştem D_1 şi F_1 sau D_1 şi C_2 sau A_2 deasemenea linia de influenţă este determinată. Urmează deci că dacă avem mai multe puncte decât e necesar vom alege pe cele mai bine situate iar celelalte vor servi pentru a controla lucrarea, dacă nu s'au strecurat erori.

În fig. 87 este construită linia de influenţă pentru bara A — 2 iar în fig. 88 pentru bara 10—11.

Construcţiunile sunt analoage ca pentru diagonala 5—6.

111. Dacă considerăm în fig. 80 patrulaterul $A_3 C_4 C_1 A_4$ vedem că distanţele $A_3 A_4$ şi $C_4 C_1$ sunt aceleaşi pe care le-am obţine în caz dacă am considera porţiunea de grindă AC ca o grindă dreaptă pe 2 reazime. Într'adevăr să ne închipuim fig. 78, 80, 82 şi 84 întoarse sub un unghi de 90° atunci grinda AC s'ar putea considera ca o grindă dreaptă pe 2 reazime A şi C supusă acţiunii unei forţe verticale $P=1$. Linia de influenţă în bare se găseşte cu ajutorul a 2 planuri Cremona construite cu forţa verticală $P=-1$ aplicată întâi în reazimul stâng apoi în cel drept, ceace s'a şi făcut în fig. 82 şi 84. Axa dela care s'ar măsura valorile nu ar fi o orizontală ci dreapta oblică $A_3 C_4$. Dacă cunoaştem G_3 linia de influenţă este determinată pentru arc.

E. Cazuri speciale. Grinda simetrică.

112. Când reazimele se află pe aceeaşi orizontală şi punctul C la mijloc între cele 2 verticale ale reazimelor iar barele simetric dispuse în raport cu verticala articulaţiei, operaţiile se simplifică întru atâta încât avem de calculat numai zăbrelele şi barele dintr'o jumătate de grindă de ex. cele din stânga. Operaţiile se execută de altfel la fel ca pentru cazul general.

F. Forțe orizontale repartizate.

113. Dacă forțele sunt repartizate însă mobile ne vom servi de liniile de influență pentru a calcula eforturile în barele grinzilor. Când însă forțele repartizate sunt fixe și acționează asupra grinzii în parte sau în total găsim mai repede direct eforturile cu ajutorul unui plan Cremona cum este indicat în fig. 89.

Presupunem în cazul fig. 89 că forțele sunt uniform repartizate și se întind numai dela A la C. Determinăm mărimea forțelor P'_1, P'_2, P'_4, P'_6 și P'_8 care lucrează asupra grinzii în nodurile A, 2, 4, 6 și C. Rezultanta acestor forțe P_r este situată la mijlocul distanței AC (fig. 78). Ea taie linia BC în U. Unim U cu A și ducem prin extremitățile forței P_r (fig. 89) paralele la AU și CB, determinând astfel reacțiunile R_1 și R_2 . Descompunem aceste reacțiuni și forțe printr'un plan Cremona în forțe paralele cu barele grinzii și găsim forțele interioare din bare. Tabela alăturată fig. 89 ne indică felul forțelor semnul + indicând tensiune iar semnul — compresiune.

114. Grinda simetrică se tratează la fel ca și cazul general.

Sfârșitul părții I-a



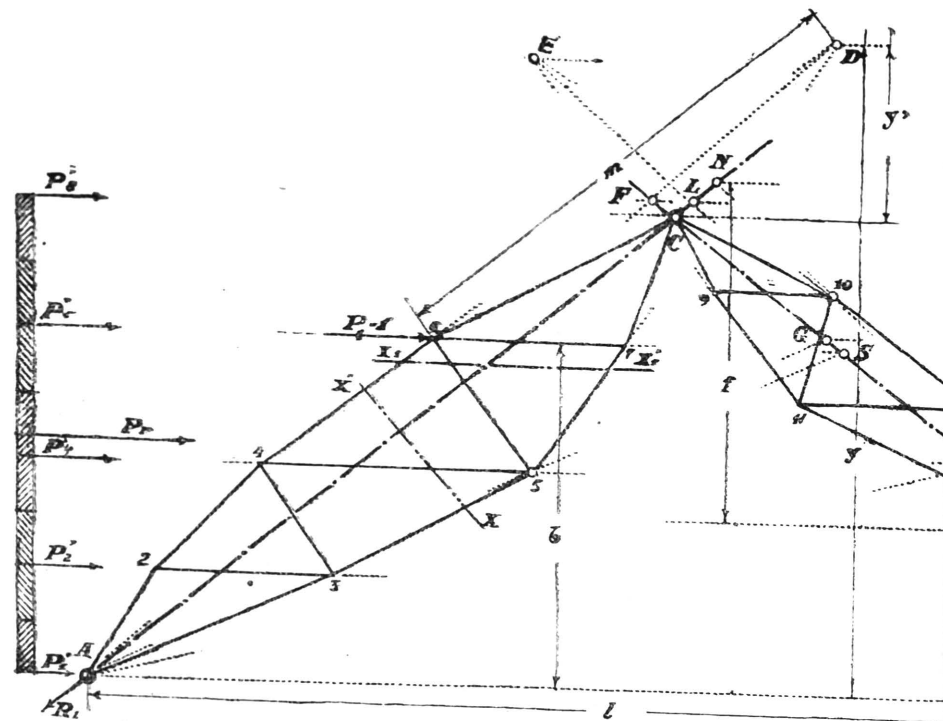


Fig. 78.

Bare 5-6

Bare 4-6

Bare 1-2

Bare 10-11

Bare 9-11

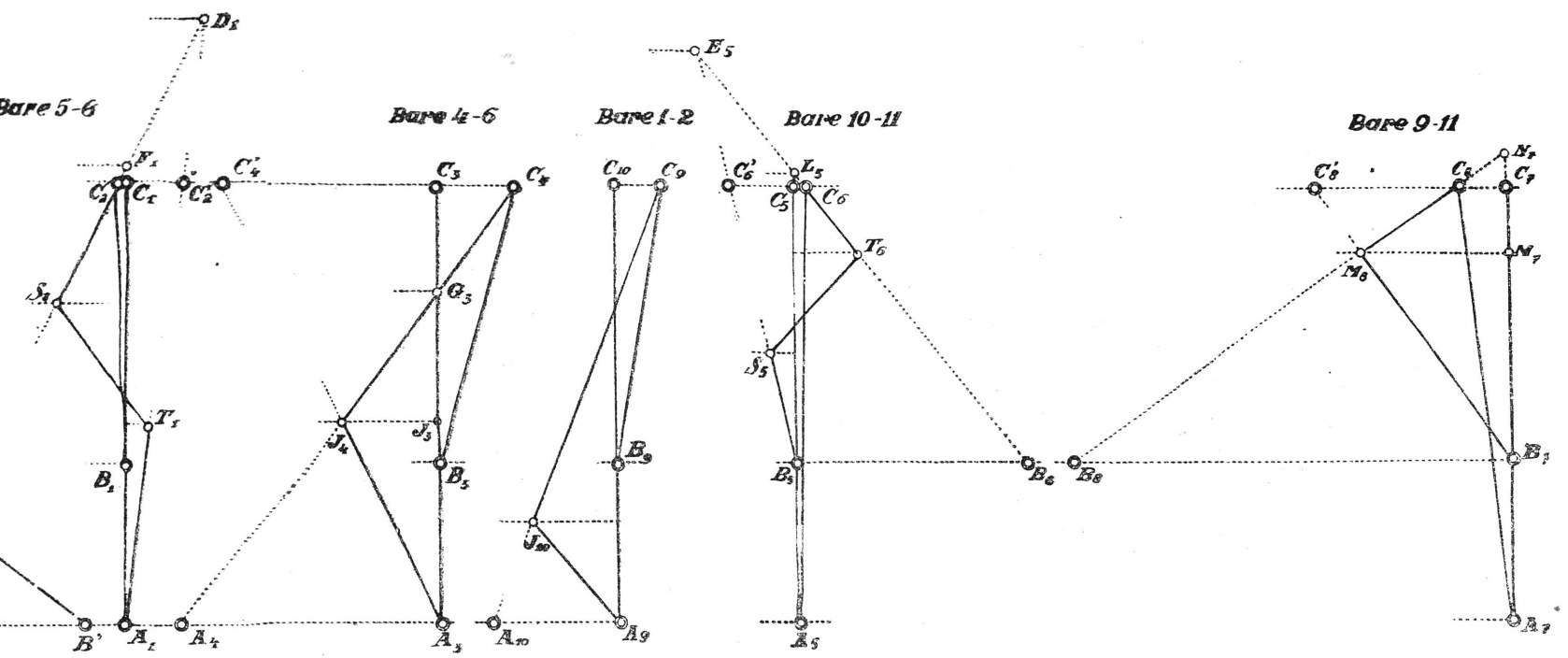


Fig. 86.

Fig. 89.

Fig. 87.

Fig. 88.

Fig. 85.

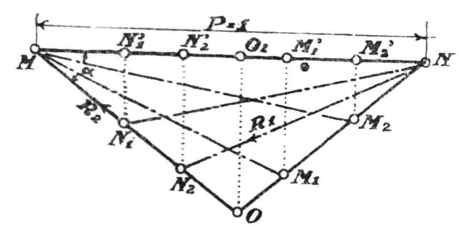


Fig. 79.

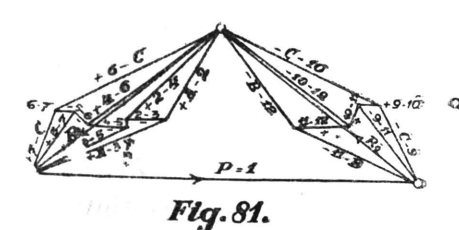


Fig. 81.

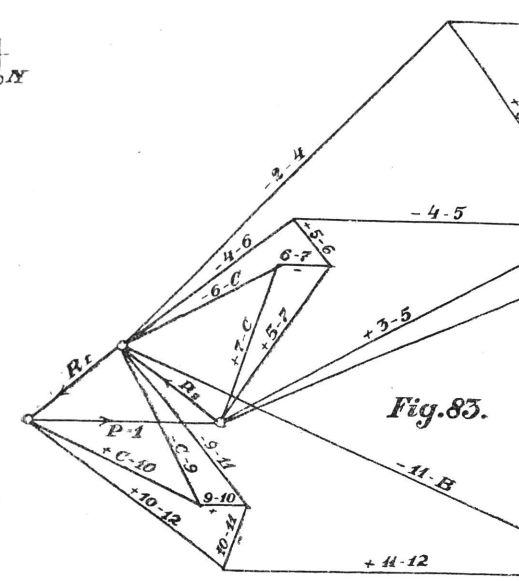


Fig. 83.

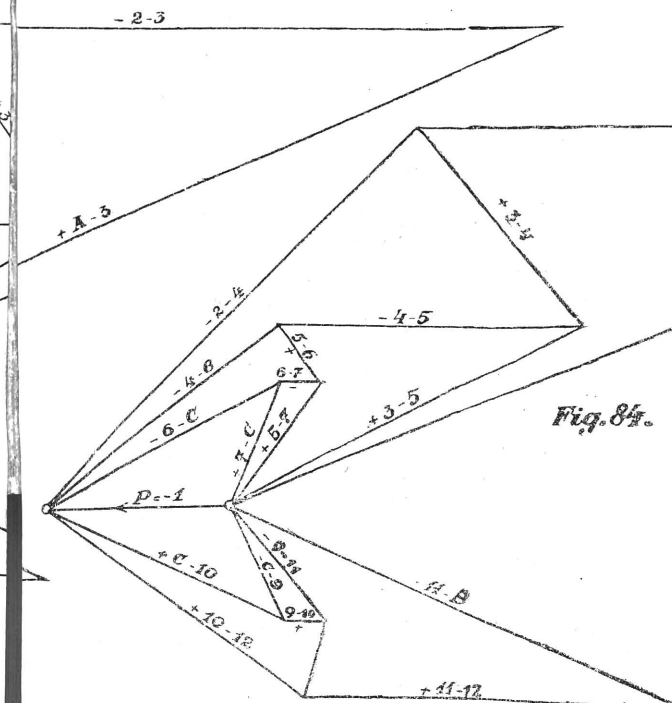


Fig. 84.

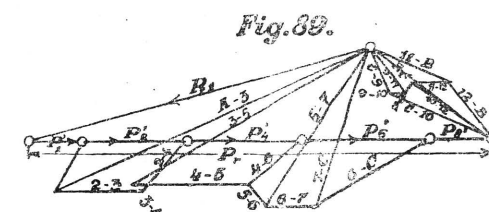


Fig. 89.

A-2	-	A-3	+	2-3	-
2-4	-	3-5	+	3-4	+
4-6	-	5-7	+	4-5	-
6-8	-	7-9	+	5-6	-
8-10	-	9-11	-	6-7	-
10-12	-	11-13	-	7-8	+
12-13	-	14-15	-	10-11	+
				11-12	+

Din reviste streine

Descoperirea unui nou element. — Lucrările puse sub conducerea profesorului Niels Bohr dela Institutul de cercetări de fizică teoretică din Copenhaga, au condus pe doi din colaboratorii săi, prof. Hevesy și dr. Coster, la descoperirea unui nou element, care după numele orașului Copenhaga (Kjöbenhavn) a fost denumit «hafnium». In lista celor 92 de elemente simple, hafniul ia locul al 72-lea. Incă dela găsirea sistemului periodic al elementelor se știa că există o lipsă în regiunea aceasta și se mai păstra loc pentru un element, a cărui greutate atomică trebuia să fie cuprinsă între 173 (Ytrium) și 183 (Tantal) și ale cărui proprietăți metalice erau stabilite. Bohr bănuia existența unui astfel de metal în unele minerale bogate în zirconiu care se găsește în nordul Grönlandei și a atras atenția colaboratorilor săi, asupra acestui fapt; aceștia au isbutit să găsească acest metal, la spectroscop, dar n'au putut încă să-l izoleze.

(V. D. I. Nachrichten. 31 Ianuarie 1923).

* * *

Curățirea de rugină a construcțiilor de fier, cu ajutorul suflătorului de nisip. — In timpul răsboiului și în primii ani după războiu, parte din construcțiile metalice, în special podurile mari au rămas nevopsite. Piesele metalice au fost, în timpul acesta, atacate de rugină și o curățire obișnuită cu peria de sârmă, pe lângă că ar fi durat prea

mult și ar fi fost costisitoare, n'ar fi fost totuși nici suficientă. S'a adoptat atunci în Germania, o altă metodă, aplicată mai întâi podului Müngsten și anume curățirea ruginei cu ajutorul unui suflător de nisip (construcție Kreutz-Duisburg). Din cauza îngustimii platformei de trecere, întregul dispozitiv a fost montat pe vagonul de revizie, între grinzile principale. Altfel, ar fi fost nevoie, ca instalația de compresori să fie dispusă la unul din capetele podului, iar aerul comprimat să fie adus, prin conducte, până la mijlocul deschiderii, ceea ce ar fi costat mult și ar fi scăzut randamentul instalației, dat fiind că podul are o lungime de 500 m.

Instalația pentru producerea aerului comprimat, necesar suflătorului de nisip este așezată pe un șasiu transportabil, de pe care se poate ridica fără nici-o greutate. Ca mașină purtătoare, servește un motor cu benzină; acesta învârtește un compresor rotativ Demag. Aerul trece mai întâi printr'un filtru, care-l curăță de praf și necurătenii, este comprimat apoi la 3 atmosfere, după care se separă de apa și uleiul antrenat; în forma aceasta este condus într'o cameră, care conține nisip fin de cuarț, pe care-l antrenează și prin ajutorul unor suflătoare speciale îl proiectează pe metalul ce trebuie curățat. Dispozitivul de răcirea apei pentru compresor și motor, constă dintr'un radiator cu lamele, care este atât de activ, încât chiar în timpul căldurilor mari, nu se simte nevoia de a înlocui apa.

Curentul de nisip îndepărtează straturi de rugină oricât de groase, precum și vopseaua veche rămasă, care ar împiedica aplicarea și uscarea unui nou strat de vopsea; chiar părțile, în care rugină a pătruns adânc, rămân perfect curate după tratamentul cu nisip. Părțile acoperite complet de rugină sunt mai ușor curățate, decât părțile unde vopseaua s'a menținut parțial în stare bună. Felul acesta de curățire este avantajos și în ce privește curățirea părților intrând și a îmbinărilor.

Raza de acțiune a suflătorului este atât de mare încât de ex. la lucrările gării dela Frankfurt am Main, unde suflătorul fusese așezat pe peron, se putea lucra la o înălțime de 20 m. și pe o rază de 40—50 m. cu o presiune de 2,7 atm. Lucrătorul, care execută operația, ține în mână

tubul de oțel, în greutate de cca. 2 kg. care conține distribuitorul; el are ochii și brațele apărute de pulberea de nisip și rugină, iar mișcările sale sunt destul de libere. S'au executat în felul acesta într'un timp relativ redus și fără cheltueli mari, curățiri mari, precum podul de cale ferată dela Höchst pe Main, viaductul gării Lehrter la Berlin, viaductul Victoria la Bonn, etc.

(V. D. I. Nachrichten. 28 Februarie 1923)

* * *

Informații. — Intre 29 și 30 Ianuarie, a avut loc la Wiesbaden a 9-a întrunire a Comitetului asociației pentru traficul aerian internațional. Au luat parte 8 companii diferite. Țările reprezentate au fost: Belgia, Danemarca, Anglia, Franța, Germania, Olanda, Suedia și România (Compania franco-română de aviație).

Discuțiile au avut între altele ca subiect colaborarea între diversele companii pentru a îmbunătăți condițiile generale ale traficului aerian, precum și concursul reciproc, pe care trebuie să-l aibă companiile, în afară de țara de origină, dela companiile locale, în ce privește parcursurile urmate și terenurile de aterisare.

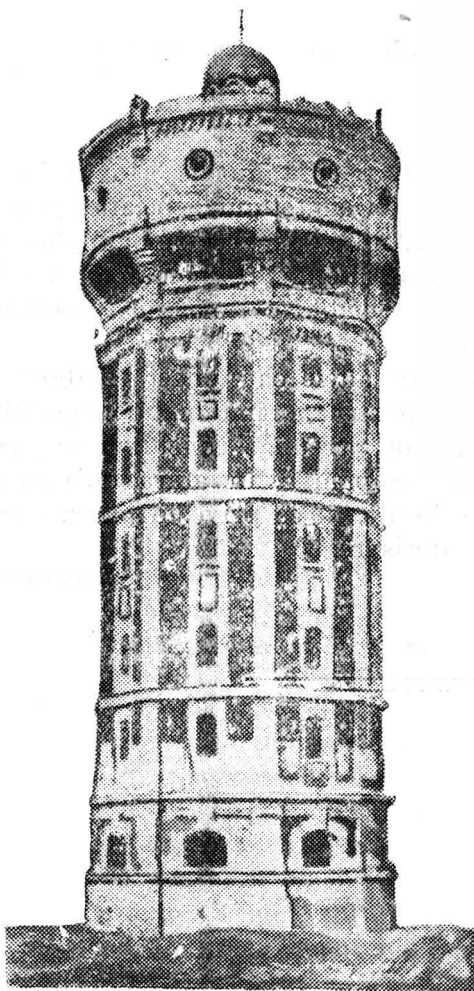
I. Aprihăneanu.

INGINER L. POMPOIU

BUCUREȘTI

STR. BERZEI No. 98

TELEFON 47,44



Castel de apă
la Manufatura de tutun
Belvedere.

Specialitate de Lucrări
de
Beton Armat

EXECUTĂ
Lucrări prin întreprinderi de:
PODURI,
CĂI FERATE, ȘOSELE,
FABRICI, SILOZURI,
CASTELE DE APĂ,
PLANȘEURI ÎN BETON
A R M A T,
DIFERITE INSTALAȚII
MECANICE

Numeroase referințe de
lucrări executate și în
curs de execuție

BULETINUL SOCIETĂȚII POLITECNICE

ANUL XXXVII

1923

**Art. 34 din Statute: Societatea nu este răspunzătoare
de părerile autorilor articolelor publicate în buletinele sale.**

REDACTIA BULETINULUI: BUCUREȘTI, STRADA EPISCOPIEI, No. 2

Din lucrările „Societății Politecnice“

ADUNARI GENERALE

Adunarea generală dela 27 Mai 1923.

Ședința se deschide la orele 15,30 sub președenția D-lui vice-președinte Ion Ionescu.

D-l I. Ionescu luând cuvântul amintește că Adunarea generală este convocată în scopul de a ratifica admisiunea de noi membri în societate, ale căror cereri au fost examinate de Comitet și aprobate.

În conformitate cu prevederile Statutelor, s'au imprimat buletinele de vot și s'au expediat tuturor membrilor.

Se face cunoscut că parte din membri au trimis voturile prin poștă și au fost introduse în urnă prin îngrijirea biuroului și se invită cei prezenți, cari n'au votat încă, să voteze și să depună buletinele în urnă.

1) Intrându-se în ordinea de zi se dă citire sumarului ședinței Adunării generale dela 15 Decembrie 1922, care se aprobă.

2) Se procedează de către birou la despuierea scrutinului pentru admiterea de noi membri în societate.

Rezultatul votului este următorul:

Votanți 107.

Voturi anulate 3.

D-nii Mateescu Cristea și Vasilescu Grigorie au avut unanimitatea voturilor iar ceilalți au întrunit voturile indicate în dreptul fiecăruia:

D-l Călinescu Păun 103 voturi

» Ceaușoglu Victor 103 »

D-l Georgescu Nicolae	103	voturi
» Popescu Grigore	103	»
» Sipiceanu Vasile	103	»
» Zănescu Aurel	103	»
» Antoniu Corneliu	102	»
» Neamțu Petre	102	»
» Nicolau Victor	102	»
» Simion Filip	101	»
» Lisker Jean	78	»

Domnul președinte constatând că toți candidații au întrunit mai mult de $\frac{2}{3}$ din numărul voturilor exprimate, îi proclamă membri ai societății, în conformitate cu prevederile art. 35 din Statute.

Ne mai fiind nimic la ordinea zilei, ședința se ridică la orele 18.30.

Aprobat în Adunarea Generală ordinară dela 2 Decembrie 1923.

Președinte, (ss) **N. P. Ștefănescu**

Secretar, (ss) **Ioan Bușilă**

PROCES-VERBAL

al

Ședinței Comitetului din ziua de 2 Noembrie 1923.

Ședința se deschide la orele 18.45 sub președenția D-lui N. P. Ștefănescu și în prezența D-lor membri: Atanasescu Th., Balș G., Bușilă I., Ioachimescu A., Ionescu I., Popescu G.

Domnul Președinte aduce la cunoștința membrilor pierderea încercată de societate prin moartea Inginerului D. Darvari și a Inginerului Inspector General Vasile Voiculescu. D-sa regretă că la înmormântarea primului, Societatea n'a putut să ia parte din cauză că s'a aflat prea târziu decesul.

La înmormântarea lui Vasile Voiculescu Societatea a fost reprezentată prin aproape totalitatea membrilor Comitetului și cu această ocaziune D-sa a pronunțat o cuvântare evidențând meritele celui dispărut.

1. Intrându-se în ordinea de zi se dă citire procesului verbal dela 21 Iunie 1923, care se aprobă.

2. D-l casier T. Atanasescu, arată sumele la cari a fost impusă societatea, ca dări către Stat și Comună, cari se ridică în total la 46.355 lei. D-sa arată că procesul verbal de impunere la Stat a fost apelat, și că judecarea apelului s'a amânat pentru ziua de 7 Noembrie a. c.

Comitetul luând cunoștință de toate acestea și de faptul că Societatea nu are disponibilă de cât suma de 30.00 lei hotărăște :

a) Să se achite la Comună dările.

b) Să se delege D-l Inginer Popescu Mihai ca să reprezinte Societatea la judecarea apelului.

c) Să se ceară Băncii Românești să deschiză un credit separat pentru plata dărilor către Stat.

3. Luându-se în discuțiune cererile adresate de mai multe persoane pentru închirierea de parcele din locul societăței, în scopul de a construi barace, D-l I. Ionescu este de părere că aceste cereri nu pot fi admise întrucât primăria a decis să nu se mai aprobe asemenea construcțiuni.

Comitetul hotărăște respingerea acestor cereri.

4. Se aprobă să se vândă elevilor Școalei Politehnice din București 12 exemplare din Buletinul Societăței cu prețul de 20 lei bucata, și se decide a se scoate în extras 250 exemplare din Circulara pentru Poduri Metalice pentru a nu se mai descomplecta colecțiile.

5. Comitetul luând cunoștință de cererea tipografiei «Jockey-Club», de a i se spori prețul de imprimare al Buletinului cu 30%, și având în vedere că nu s'a putut obține prețuri mai reduse la alte tipografii, hotărăște să i se acorde acest spor, începând cu numărul 9—10, număr apărut după data când a cerut majorarea prețului.

6. D-l N. P. Ștefănescu aduce la cunoștință Comitetului invitațiunea ce a primit din partea Asociațiunei Generale a Inginerilor din România de a participa la Congres. D-sa fiind nevoit să lipsească din țară, roagă să se desemneze un delegat care să reprezinte Societatea în această ocaziune.

Comitetul delegă pe D-l A. Ioachimescu.

7. D-l T. Atanasescu prezintă cererea D-lui inginer

Meron de a ține o conferință intitulată «De ce nu reușesc industriile la noi?», sub auspiciile Societății.

Comitetul decide să se amâne pentru mai târziu ținerea acestei Conferințe, chestiunea fiind cu un caracter mai general.

8. Se hotărăște să se exprime mulțumiri Societății Generale de Construcțiuni și Lucrări Publice, pentru becurile electrice furnizate gratuit.

9. Se admite ca membri în Societate, sub rezerva aprobării Adunării Generale, D-nii Ligeti Arnold și Maior Augustin.

10. Se decide angajarea unui om de serviciu căruia i se va da locuință în localul Societății.

11. Se respinge cererea văduvei fostului intendent N. Georgescu, de a i se spori ajutorul acordat până acum.

Ne mai fiind nimic la ordinea zilei, ședința se ridică la orele 20.

Aprobat în ședința de la 26 Noembrie, 1923.

Președinte, (ss) **N. P. Ștefănescu**

Secretar, (ss) **Ioan Bușilă**

† Alexandru Antoniu

(Discursul rostit de D-l N. P. Ștefănescu la înmormântarea Inginerului Inspector General Al. Antoniu, fost Sub-Director General C. F. R).

Corpul inginerilor români pierde astăzi un coleg distins, cu cunoștințe și experiență căpătată în timpul de 41 ani pe care inginerul inspector general *Alexandru Antoniu* i-a trăit în serviciul statului.

Aseastă pierdere este atât mai dureroasă astăzi când țara are nevoie mai mult ca ori când de muncitori pricepuți, activi și cinstiți ca inginerul Alexandru Antoniu.

Alexandru Antoniu a trăit întreaga lui viață în cadrul meseriei lui de inginer, meserie pe care o iubea după cum iubea și pe colegii săi. Aceasta o dovedește și faptul că la puțin timp după ce a eșit de pe băncile școalei a intrat în Societatea Politehnică, din care a făcut parte timp de 40 ani fără 3 luni, făcând între timp parte și din comitetul acestei societăți și luând în tot timpul parte activă la mișcarea inginerească.

Iubite coleg și bun prieten, am dureroasa însărcinare să-ți aduc salutul de adio al membrilor Societății Politehnice, care rugăm pe bunul D-zeu să așeze sufletul tău la locul sufletelor muncitorilor cinstiți care și-au închinat activitatea vieții lor pentru binele public și să prezint mult întristatei tale familii ca mângâere, dulcea amintire ce lași bătrânilor tăi colegi și un frumos exemplu al omului datoriei, generațiilor tinere de ingineri.

Să-ți fie țărâna ușoară.

† Vintilă Grigorescu

Intr'o casă modestă pe Strada Lăzureanu, lovit de o boală care nu iartă, s'a stins în fragedă vârstă inginerul Vintilă Grigorescu.

Pierderea lui a semănat durere în inimile celor ce l'au cunoscut și a smuls lacrimi din ochii celor ce au venit să-i dea ultimul salut.

Urmat de nenumărați prieteni, colegi, prfessori, șefi și subalterni, acoperit de flori, într'o zi senină de toamnă a făcut drumul spre locașul de veșnică odihnă.

Câți-va din cei ce l'au iubit și au fost adesea aproape de el, i-au rostit plângând ultimele cuvinte de despărțire.

Inzestrat cu o inteligență vie și cu o putere de muncă ce rar se întâlnește, bun camarad, drept, cinstit, iubitor de țară și neam, Vintilă Grigorescu a plecat din mijlocul nostru prea de vreme, comoara calităților lui superioare de om și inginer rămânând ascunsă pentru totdeauna.

Puțini sunt cei ce l'au înțeles pe deplin. Accia l'au admirat așteptând cu nerăbdare timpul prielnic ca Vintilă Grigorescu să poată lucra cu temei în cariera inginerească, atât de dragă lui, arătându-și toată puterea de concepție și de studiu.

Născut la 15 August 1895 în Comuna Bilciurești (Jud. Dâmbovița) a învățat cursurile primare la școala Mavrogheni din București, distingându-se printre cei dintâi.

Cursurile liceale le-a absolvit cu succes la Liceul Mihai Viteazu, ceea-ce de altfel a contribuit mult la alegerea sa ca președinte al Societății Absolvenților Liceului Mihai Viteazu.

Dragostea de muncă, perseverența și inteligența lui selipitoare l'au ajutat a studia ingineria cu mare succes, între anii 1915—1921, făcând parte din ultima promoție a elevilor fostei școale de Poduri și Sosele.

Lipsit de mijloace materiale, îndată ce ieși de pe băncile școalei, se angajă ca inginer la Atelierele Grivița unde a continuat să muncească cu aceeași dragoste și conștiinciozitate, atrăgându-și și aci ca și în școală, iubirea și stima camarazilor și șefilor săi.

Ca român Vintilă Grigorescu nu a ezitat cătuși de puțin a depune contribuția sa pe altarul patriei și cu toată constituția slabă și bolnăvicioasă a luat parte ca Sublocotenent în războiul pentru întregirea neamului, aducând servicii și făcând sacrificii demne de sufletele mari.

După o suferință de câte-va luni, în dimineața zilei de 18 Noembrie 1923 a închis ochii pentru totdeauna, îndurerând inimile celor ce l'au iubit și lăsând în urmă o amintire neștearsă, singura răsplată ce i-a fost hărăzită pentru cei douăzeci și opt de ani de studiu și suferință.



Axe, pentru care o secție dată are acelaș moment ecuatorial de inerție

N. PROFIRI

Inginer-șef

1. Toate axele, față de care o secție dată are momente ecuatoriale egale se bucură de proprietatea că proiecția pe ele a focarelor de inerție se găsește pe un cerc cu centrul în centrul de greutate G al secției considerate, de arie Ω .

Fie Δ , unul din aceste axe, față de care secția are momentul ecuatorial I . (Fig. 1).

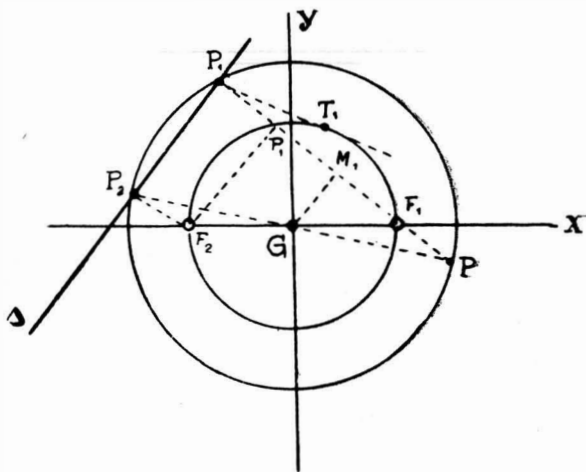


Fig. 1.

Notăm cu P_1 și P_2 , proiecțiile pe axul Δ ale focarelor de inerție F_1 și F_2 . Cercul cu centrul G și trecând prin

focarele F_1 și F_2 , îl numim: *cercul F*. Cu P' , notăm intersecția dreptei $F_1 P_1$ cu acest cerc F . Fie: M_1 , mijlocul corzii $F_1 P_1'$; iar $P_1 T_1$, să fie tangenta din P_1 la cercul F .

Vom avea:

$$I = A - \overline{P' M_1}^2 \cdot \Omega + \overline{P_1 M_1}^2 \cdot \Omega. \quad (1).$$

în care A , este momentul ecuatorial, baricentric maximum.

Din relația (1) deducem:

$$I = A + \overline{P_1 F_1} \cdot \overline{P_1 P_1'} \cdot \Omega$$

$$\therefore \frac{I - A}{\Omega} = \overline{P_1 T_1}^2 = \text{const.} = t^2 \quad (2).$$

Prin urmare: ca tangenta $P_1 T_1$ să fie constantă, trebuie ca locul punctului P_1 să fie un cerc concentric cu cercul F .

Raza $P_1 G$ va avea mărimea:

$$\overline{P_1 G}^2 = f^2 + t^2,$$

în care f este distanța focală a elipsei centrale *Culmann*.

Ținând seama de relația stabilită mai sus, (2), obținem:

$$\overline{P_1 G}^2 = \frac{A - B}{\Omega} + \frac{I - A}{\Omega} = \frac{I - B}{\Omega},$$

unde B este momentul ecuatorial baricentric minimum. Diferența $E = I - B$ am numit-o excesul momentului I asupra reziduului ecuatorial; sau, mai simplu: exces ecuatorial.

Punând:

$$E = I - B = \varepsilon^2 \cdot \Omega,$$

vom avea:

$$\overline{P_1 G}^2 = \varepsilon^2 = f^2 + t^2. \quad (3).$$

Adică: locul geometric al proiecției P_1 este un cerc concentric cu cercul F și având ca rază, raza de rotație a excesului ecuatorial.

Proiecția P_2 se găsește pe același cerc ca și P_1 . Observând că $\overline{P_1 P_1'}$ este egal cu $\overline{P_2 F_2}$, mai putem enunța, pentru axele Δ de același moment ecuatorial I , proprietatea:

Produsul distanțelor focarelor de inerție la axele Δ este constant și face cât: $t^2 = \varepsilon^2 - f^2$.

Dreptele $F_1 P_1$ și $P_2 G$, ca și dreptele $P_2 F_2$ și $P_1 G$ se

fae tot pe cercul proecțiilor P_1 și P_2 . Numim acest cerc: *cercul podar P*.

2. Cazul din figura 1 presupune că $I > A$ și de aceea relația (3) ne arată că $\varepsilon^2 > f^2$.

După cum ε este raza de rotație a excesului ecuatorial al momentului I , tot astfel f este raza de rotație a excesului ecuatorial al momentului principal baricentric A .

Dacă $I < A$ și $\varepsilon^2 < f^2$, locul proecțiilor P_1 și P_2 va fi, după un raționament analog, tot un *cerc P*, dar interior cercului F . Raza cercului P , în acest caz, va fi:

$$\varepsilon^2 = f^2 - t^2 \quad (4).$$

Și aici, produsul distanțelor focarelor de inerție la axele A este constant și face cât $t^2 = \varepsilon^2 + f^2$. Proprietatea această însă, o au tangentele unei conice cu două focare, elipsă sau iperbolă, cu focarele în F_1 și F_2 și cu centrul în G . Cantitatea $t^2 = \pm(\varepsilon^2 - f^2)$ este patratul semiaxului mic al conice. Iar cercul P este podara unei elipse sau a unei conice față de focare.

Concluzia este: înfășurătoarea axelor A de același moment ecuatorial I este o elipsă sau o iperbolă, după cum I este mai mare sau mai mic decât A .

Variind valoarea I , conicele corespunzătoare rămân confocale, având ca focare tocmai focarele de inerție F_1 și F_2 .

3. Analiticește, putem obține aceste rezultate, după cum urmează.

Fie δ și δ_1 , distanțele punctelor G și F_1 la axul A , căruia îi corespunde momentul ecuatorial dat I . (Fig. 2).

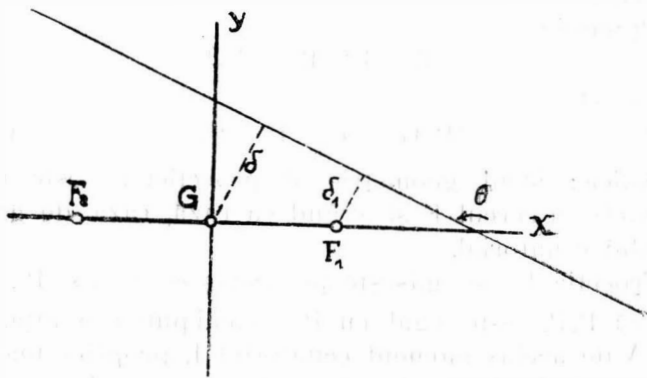


Fig. 2.

Punând $\delta - \delta_1 = \delta'$, vom avea:

$$I = A - (\delta - \delta_1)^2 \cdot \Omega + \delta^2 \Omega = A + (\delta^2 - \delta'^2) \cdot \Omega.$$

Dar: $A = B + f^2 \cdot \Omega$

Deci:

$$I = B + (f^2 + \delta^2 - \delta'^2) \Omega.$$

Ca momentul ecuatorial I să fie constant, trebuie ca $(\delta^2 - \delta'^2)$ să fie constantă. Observăm că $(\delta^2 - \delta'^2)$ făcând cât $(\delta + \delta')$ $(\delta - \delta')$, va fi egală cu produsul distanțelor δ_1 și δ_2 ale focarelor de inerție la axul A . Notăm:

$$k^2 = f^2 + \delta^2 - \delta'^2 = \text{const.} \quad (5).$$

Ecuția dreptei A o putem scrie:

$$-x \cdot \sin \Theta + y \cdot \cos \Theta + \delta = 0.$$

De aci deducem:

$$\delta^2 = (x \cdot \sin \Theta - y \cdot \cos \Theta)^2 \quad (6).$$

Din figură, avem:

$$\delta' = f \cdot \sin \Theta \quad (7).$$

Substituind în relația (5) valorile lui δ și δ' date de relațiile (6) și (7), obținem:

$$k^2 = f^2 + \delta^2 - f^2 \cdot \sin^2 \Theta = f^2 \cdot \cos^2 \Theta + \delta^2$$

De unde:

$$\delta^2 = k^2 - f^2 \cdot \cos^2 \Theta = (x \cdot \sin \Theta - y \cdot \cos \Theta)^2 \quad (8).$$

a) Pentru a găsi locul proiecției focarului F_1 pe axul A , vom lua intersecția axului A cu dreapta:

$$x \cdot \cos \Theta + y \cdot \sin \Theta + f \cdot \cos \Theta = 0.$$

De aci scoatem:

$$\operatorname{tg} \Theta = -\frac{x + f}{y}.$$

Ducând această valoare în relația (8), obținem :

$$\lambda^2 (x^2 + y^2 + f^2 + 2 f x) = (x^2 + y^2) (x^2 + y^2 + f^2 + 2 f x)$$

$$\therefore x^2 + y^2 = \lambda^2.$$

Locul căutat este un cerc cu centrul în G și cu raza λ . Am pus însă : $I = B + \lambda^2 \cdot \Omega$. Deci :

$$\lambda^2 = \frac{I - B}{\Omega} = \frac{E}{\Omega} = \varepsilon^2.$$

b) Pentru a găsi înfășurătoarea dreptelor Δ , derivăm ecuația (8) :

$$(x \cdot \sin \Theta - y \cdot \cos \Theta) (x \cdot \cos \Theta + y \sin \Theta) - f^2 \cdot \sin \Theta \cdot \cos \Theta = 0.$$

Sau :

$$2 \operatorname{tg} \Theta = (1 - \operatorname{tg}^2 \Theta) \frac{2 x y}{x^2 - y^2 - f^2}.$$

De unde :

$$\operatorname{tg} 2 \Theta = \frac{2 x y}{x^2 - y^2 - f^2} \quad (9).$$

Asupra acestei relații vom reveni mai jos. Acum trebuie să eliminăm pe Θ între relațiile (8) și (9), ca să obținem ecuația căutată. Pentru aceasta, transformăm ecuația (8) astfel :

$$x^2 + (y^2 + f^2 - x^2) \cdot \cos^2 \Theta - xy \cdot \sin 2 \Theta = \varepsilon^2$$

Sau :

$$(y^2 + f^2 - x^2) \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 2 \Theta}} - 2 x y \frac{\operatorname{tg} 2 \Theta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 2 \Theta}} = 2 \varepsilon^2 - (x^2 + y^2 + f^2).$$

Punând pentru $\operatorname{tg} 2 \Theta$ valoarea dată de relația (9) căpătăm :

$$\pm \sqrt{(x^2 - y^2 - f^2)^2 + 4 x^2 y^2} = x^2 + y^2 + f^2 - 2 \varepsilon^2$$

$$\therefore \varepsilon^2 (\varepsilon^2 - f^2) = x^2 (\varepsilon^2 - f^2) + \varepsilon^2 \cdot y^2.$$

De unde :

$$\frac{x^2}{\varepsilon^2} + \frac{y^2}{\varepsilon^2 - f^2} = 1 \quad (10).$$

Infășurătoarea va fi o elipsă, dacă $\varepsilon^2 > f^2$; adică când $I > A$. Ea va fi o iperbolă, când $\varepsilon^2 < f^2$; adică când $I < A$. Toate aceste elipse și iperbole sunt confocale și în punctele lor de intersecție, elipsele și iperbolele sunt ortogonale.

4. Putem ajunge la aceleaș rezultate, găsind totodată și semnificarea geometrică a relației precedente (9) pripr'o altă ordine de idei și anume tratând problema: *Puncte, pentru care direcția axelor principale de inerție este constantă.*

Se știe că pentru orice punct din planul unei secții date, există două axe principale de inerție trecând prin acel punct și față de aceste axe, secția considerată are momente ecuatoriale maximum și minimum. Să inversăm problema, plecând dela un ax oarecare din planul secției și să cercetăm, pentru care din punctele acelui ax, axul dat este ax principal de inerție.

Teoremă. Orice ax din planul unei secții este ax principal de inerție numai pentru unul din punctele acelui ax.

Fac excepție dela această regulă, numai axele principale de inerție, baricentrice, $G X$ și $G Y$, care sunt axe principale de inerție pentru toate punctele lor.

Pentru demonstrația teoremei enunțate, considerăm un ax yy , pentru care să admitem că ar fi ax principal față de două din punctele lui: O și O_1 . (Fig. 3).

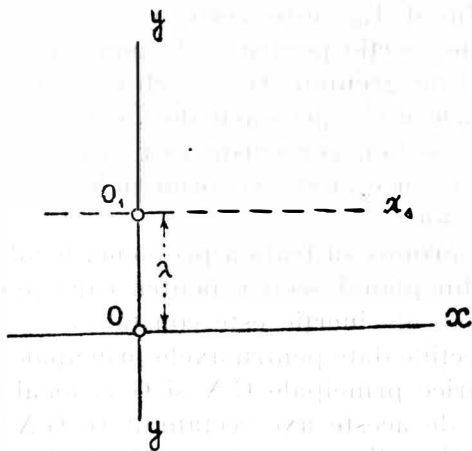


Fig 3

Axele principale de inerție fiind rectangulare prin definiție, perpendicularele Ox și O_1x_1 duse pe yy din O și O_1 vor forma celalalte axe principale în O și O_1 .

Condiția ca sistemele de axe rectangulare xOy și x_1O_1y să fie axe principale de inerție, este ca momentul centrifugal al secției față de fiecare din cele două sisteme de axe rectangulare să fie zero. Adică:

$$I_{xy} = 0 ; I_{x_1y_1} = 0.$$

Schimbarea de coordonate dela un sistem la altul se face cu relațiile: $x = x_1 ; y = \lambda + y_1$,
 λ fiind distanța OO_1 .

Vom avea:

$$x_1 y_1 = x (y - \lambda) = x y - \lambda x.$$

Inmulțind cu $d\Omega$ și integrând, obținem:

$$I_{x_1y_1} = I_{xy} - \lambda \int x. d\Omega$$

Condiția va fi:

$$\int x. d\Omega = 0.$$

Ceeace înseamnă că axul yy trebuie să fie un ax baricentric. In acest caz însă, oricare ar fi distanța λ , momentul centrifugal $I_{x_1y_1}$ este zero. Așa că axul yy va fi ax principal de inerție pentru toate punctele sale și deci și pentru centrul de greutate G . Concluzia este că axul yy este un ax baricentric, principal de inerție.

In planul secției, vor exista prin urmare numai două axe GX și GY , care sunt axe principale de inerție pentru toate punctele lor.

5. Ne-am propus să tratăm problema locului geometric al punctelor din planul secției, pentru care puncte direcția axelor principale de inerție este constantă.

Dacă direcțiile date pentru axele principale sunt tocmai axele baricentrice principale GX și GY , locul căutat va fi format tocmai de aceste axe rectangulare GX și GY .

Putem obține direct acest rezultat, luând ca axe de coordonate sistemul rectangular XGY (Fig. 4).

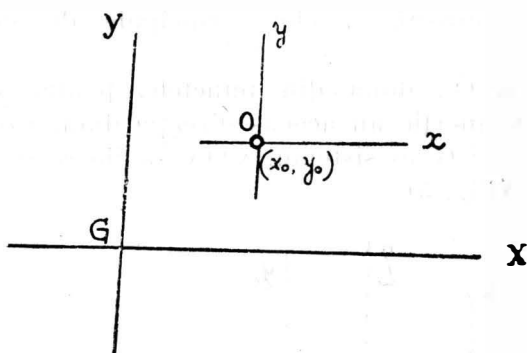


Fig. 4.

Fie O , un punct de coordonate x_0, y_0 în sistemul $XG Y$.
Și să vedem în ce condiții, axele $xO y$ paralele cu $XG Y$,
vor fi axe principale de inerție. Pentru aceasta, trebuie ca :

$$I_{xy} = 0.$$

Între coordonate avem relațiile :

$$x = X - x_0 \quad ; \quad y = Y - y_0.$$

Deci :

$$xy = X \cdot Y - x_0 \cdot Y - y_0 \cdot X + x_0 \cdot y_0$$

Înmulțind cu $d\Omega$ și integrând, vom avea :

$$I_{xy} = I_{xy} - x_0 \cdot \int Y \cdot d\Omega - y_0 \cdot \int X \cdot d\Omega + x_0 \cdot y_0 \cdot \Omega,$$

în care :

$$I_{xy} = 0 \quad ; \quad I_{xy} = 0 \quad ; \quad \int Y \cdot d\Omega = 0 \quad ; \quad \int X \cdot d\Omega = 0.$$

Rămâne condiția :

$$x_0 \cdot y_0 = 0.$$

Luând x_0 și y_0 ca coordonate curente, locul căutat va
fi format de dreptele

$$X = 0 \quad \text{și} \quad Y = 0,$$

adică tocmai de axele baricentrice principale.

6. Să determinăm acum locul geometric al punctelor,

pentru care direcția axelor principale de inerție este constantă.

Fie O și O_1 , două din punctele, pentru care axele principale de inerție au aceeași direcție dată. Coordonatele punctelor O_1 și G în sistemul $x O y$ să fie respectiv: a, b ; α, β . (Fig. 5).

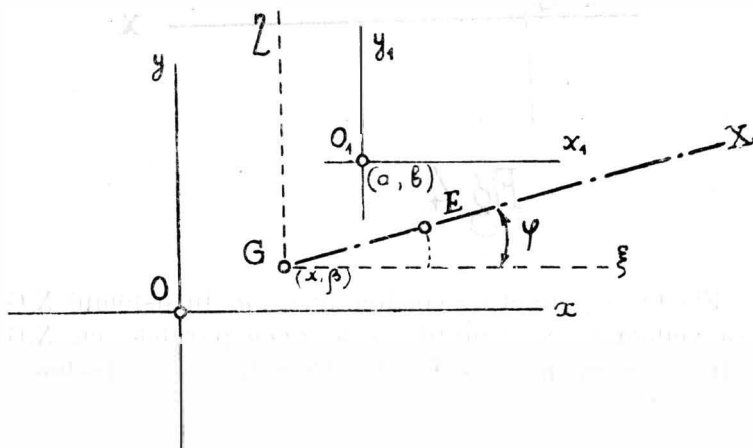


Fig. 5

Vom avea condițiile:

$$I_{xy} = 0 ; I_{x_1 y_1} = 0.$$

Între coordonatele sistemelor $x O y$ și $x_1 O_1 y_1$, avem relațiile:

$$x_1 = x - a ; y_1 = y - b.$$

Deci: $x_1 y_1 = x y - a y - b x + a b.$

Înmulțind cu $d\Omega$ și integrând, obținem:

$$a b = a. \beta + b. \alpha, \quad (11).$$

căci

$$\int y. d\Omega = \beta. \Omega ; \int x. d\Omega = \alpha. \Omega$$

Considerând în relația (11) pe a și b ca coordonate curente, acea relație reprezintă ecuația unei iperbole, cu centrul în G și cu asimptote rectangulare, paralele cu axele.

Ecuațiile asimptotelor sunt:

$$x = \alpha ; y = \beta.$$

Deoarece focarele de inerție au axe principale de inerție orice pereche de axe rectangulare trecând prin ele, focarele de inerție F_1 și F_2 trebuie să se găsească pe iperbola obținută mai sus.

Demonstrația analitică a acestui fapt, se poate face astfel.

Duc prin G sistemul de axe $\xi G \eta$ paralel cu $x O y$. Fie $G X$ axul principal de inerție, pe care se găsește cele două focare de inerție. Fie F_1 , unul din acele focare. Insemn cu φ , unghiul dintre axele $G \xi$ și $G X$. Distanța $G F_1$ trebuie să facă :

$$G F_1 = f = \sqrt{\frac{A - B}{\Omega}} = \sqrt{\frac{C}{\Omega}}.$$

Coordonatele focarului F_1 în sistemul $\xi G \eta$ vor fi:

$$\xi = f \cdot \cos \varphi ; \eta = f \cdot \sin \varphi ;$$

iar în sistemul $x O y$, ele vor fi :

$$a_1 = \alpha + f \cdot \cos \varphi ; b_1 = \beta + f \cdot \sin \varphi.$$

Aceste coordonate trebuie să satisfacă relația (11), în care substituindu-le, obținem :

$$(\alpha + f \cdot \cos \varphi) (\beta + f \cdot \sin \varphi) = \beta (\alpha + f \cdot \cos \varphi) + \alpha (\beta + f \cdot \sin \varphi).$$

Calculând, rămâne :

$$\alpha \cdot \beta = f^2 \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi$$

Sau :

$$\alpha \cdot \beta = \frac{C}{2\Omega} \cdot \sin 2 \varphi \quad (12).$$

Pentru membrul al doilea al acestei relații, ne servim de relația generală :

$$I_{\xi \eta} = - \frac{C}{2} \sin 2 \Omega.$$

Va trebui prin urmare să stabilim că

$$I_{\xi \eta} = - \alpha \cdot \beta \cdot \Omega.$$

Pentru aceasta, observ că

$$\xi = x - \alpha ; \eta = y - \beta.$$

De unde :

$$\xi, \eta = x, y - \alpha, y - \beta \quad x + \alpha, \beta$$

Multiplicând cu $d\Omega$ și integrând, avem :

$$I_{\xi\eta} = I_{xy} - \alpha \int y \, d\Omega - \beta \int x \, d\Omega + \alpha, \beta, \Omega$$

Dar :

$$\int y \, d\Omega = \beta, \Omega ; \int x \, d\Omega = \alpha, \Omega$$

Deci :

$$I_{\xi\eta} = -\alpha, \beta, \Omega.$$

e. c. t. d.

7. Să reluăm problema, luând ca origină a axelor de coordonate centrul de greutate G ; iar ca axe de coordonate vom considera sistemul xGy paralel cu direcțiile date pentru axe principale de inerție. (Fig. 6).

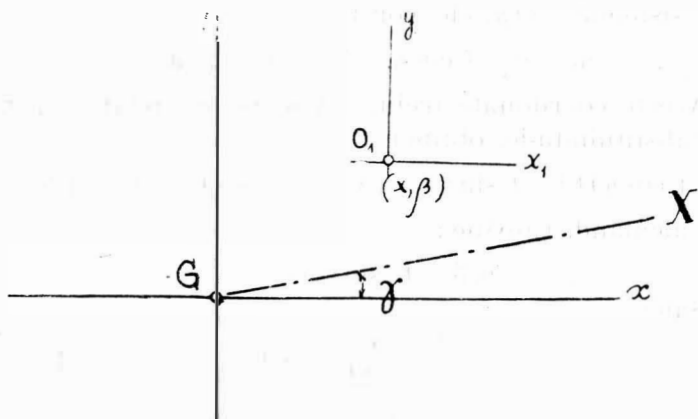


Fig. 6.

Fie O_1 un punct al locului geometric căutat. Sistemul rectangular $x_1 O_1 y_1$ paralel cu cel inițial va forma sistemul de axe principale ale punctului O_1 . Coordonatele punctului O_1 în sistemul xGy să fie α, β .

Condiția ca O_1 să aparțină locului căutat este :

$$I_{x_1 y_1} = 0.$$

Avem însă :

$$x_1 = x - \alpha ; y_1 = y - \beta.$$

De unde :

$$x_1 y_1 = x y - \alpha y - \beta x + \alpha \beta$$

Multiplicând cu $d\Omega$ și integrând, obținem :

$$\alpha, \beta = - \frac{I_{xy}}{\Omega} \quad (13).$$

Considerând pe α și β ca coordonate curente, relația ce precede este ecuația unei iperbole cu centrul în G și având axele de coordonate drept asimptote.

Să raportăm această iperbolă la sistemul axelor bari-centrice principale XGY . Fie γ unghiul dintre axele Gx și GX . Vom avea :

$$\alpha = X \cos \gamma - Y \sin \gamma$$

$$\beta = Y \cos \gamma + X \sin \gamma.$$

Ducând aceste valori în relația (13), obținem :

$$X \cdot Y \cos 2\gamma + \frac{1}{2} (X^2 - Y^2) \sin 2\gamma = - \frac{I_{xy}}{\Omega}.$$

Dar, fiindcă

$$I_{xy} = - \frac{C}{2} \sin 2\gamma,$$

vom avea ecuația :

$$X Y \cos 2\gamma + \frac{1}{2} \left(X^2 - Y^2 - \frac{C}{\Omega} \right) \sin 2\gamma = 0$$

Sau

$$X \cdot Y \cos 2\gamma + \frac{1}{2} (X^2 - Y^2 - f^2) \sin 2\gamma = 0 \quad (14).$$

Centrul acestei iperbole este G . Direcțiile asimptotice sunt date de ecuația :

$$X Y \cos 2\gamma + \frac{1}{2} (X^2 - Y^2) \sin 2\gamma = 0,$$

care rezolvită ne dă sistemul axelor xGy :

$$Y = - X \cdot \operatorname{tg} \gamma ; Y = X \cdot \operatorname{cotg} \gamma.$$

Pentru a demonstra că iperbola trece prin focarele de inerție, vom face în ecuația (14): $Y = 0$ și căpătăm:

$$X^2 = f^2.$$

Pentru un sistem de axe coincidând cu axele baricentrice principale XGY , vom face în aceeași ecuație: $\gamma = 0$ și găsim:

$$XY = 0.$$

Adică, în acest caz, locul căutat e format de axele GX și GY . Acest lucru se deduce și din relația (13), unde trebuie să facem $I_{xy} = 0$.

Observare. Apropiind între ele relațiile (9) și (14), ușor se poate vedea că ele sunt identice. Prin urmare, punctul de tangență al dreptei Δ cu înfășurătoare, va fi tocmai punctul, pentru care axul Δ este ax principal de inerție.

8. Cu ajutorul dezvoltărilor ce preced să rezolvăm acum problema pusă la începutul acestui studiu.

Pentru un ax oarecare Δ , coordonatele punctului, pentru care Δ este un ax principal, satisfac ecuația (14). Să scriem condiția că față de axul Δ momentul ecuatorial este:

$$I = \beta + \varepsilon^2 \Omega.$$

Vom considera atunci axul $O_1 x_1$ din figura precedentă (6), drept axul Δ și vom avea:

$$I = I_x + \beta^2 \Omega = A \cos^2 \gamma + B \sin^2 \gamma + \beta^2 \Omega.$$

Apoi, pentru β am găsit:

$$\beta = y \cos \gamma + x \sin \gamma.$$

Deci

$$\varepsilon^2 = x^2 + (f^2 + y^2 - x^2) \cos^2 \gamma + xy \sin 2\gamma \quad (15).$$

Pentru a obține locul geometric al punctelor, pentru care axele Δ având același moment ecuatorial I sunt axe principale de inerție, rămâne să eliminăm pe γ între ecuațiile (14) și (15). E lesne de văzut că aceste ecuații sunt identice cu relațiile precedente (8) și (9), căci $\Theta = -\gamma$. Prin urmare, și pe această cale ajungem la ecuația unei conice cu două focare.

Eliminarea lui γ între ecuațiile (14) și (15), o putem efectua, scriind ecuațiile sub forma:

$$(x^2 - y^2 - f^2) \cdot \sin 2\gamma + 2xy \cdot \cos 2\gamma = 0$$

$$2xy \cdot \sin 2\gamma + (f^2 + y^2 - x^2) \cdot \cos 2\gamma = x^2 + y^2 + f^2 - 2\varepsilon^2.$$

Din aceste ecuații, scoatem valorile pentru $\sin 2\gamma$ și $\cos 2\gamma$ și le substituim în relația $\sin^2 2\gamma + \cos^2 2\gamma = 1$. Și vom avea:

$$\sin 2\gamma = \frac{2xy(x^2 + y^2 + f^2 - 2\varepsilon^2)}{4x^2y^2 + (f^2 + y^2 - x^2)^2}; \cos 2\gamma = \frac{(f^2 + y^2 - x^2)(x^2 + y^2 + f^2 - 2\varepsilon^2)}{4x^2y^2 + (f^2 + y^2 - x^2)^2}.$$

$$\therefore (x^2 - \varepsilon^2)^2 + (f^2 + y^2 - x^2)(x^2 - \varepsilon^2) = x^2y^2.$$

De unde:

$$\frac{x^2}{\varepsilon^2} + \frac{y^2}{\varepsilon^2 - f^2} = 1.$$

Observăm că semiaxele acestor conice sunt tocmai razele de rotație ale exceselor momentului I asupra momentelor baricentrice principale B și A.

9. Pentru a încheia această ordine de idei, rămâne să mai arătăm în acest loc, cum se determină punctul unui ax oarecare, față de care acel ax este ax principal de inerție.

Fie Δ un ax oarecare în planul secției date (Fig. 7).

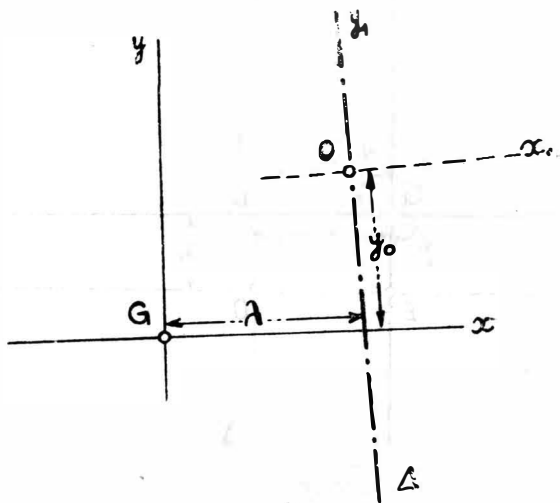


Fig. 7.

O, să fie punctul acestui ax, pentru care Δ este ax principal de inerție. Perpendiculara Ox_1 pe Δ va fi al doilea ax principal al punctului O. Prin centrul de greutate G duc un sistem de axe, paralele cu axele principale ale punctului O. În acest sistem xGy , coordonatele punctului O vor fi λ, y_0 . Condiția ca axelele $x_1 Oy_1$ să fie axe principale de inerție este

$$I_{x_1y_1} = 0.$$

Dar :

$$x_1 = x - \lambda ; y_1 = y - y_0 ; I_{x_1y_1} = I_{xy} - \lambda \cdot y_0 \cdot Q + \lambda^2 \cdot y_0 \cdot Q = 0$$

De unde :

$$I_{xy} + \lambda \cdot y_0 \cdot Q = 0$$

Necunoscuta y_0 va fi dată de relația :

$$y_0 = - \frac{I_{xy}}{\lambda \cdot Q} \quad (16).$$

Pentru y_0 existând numai o soluție, axul Δ are numai un singur punct O, pentru care axul Δ este ax principal de inerție.

Fie P antipolul axului Δ față de elipsa centrală de inerție *Culmann* (Fig. 8).

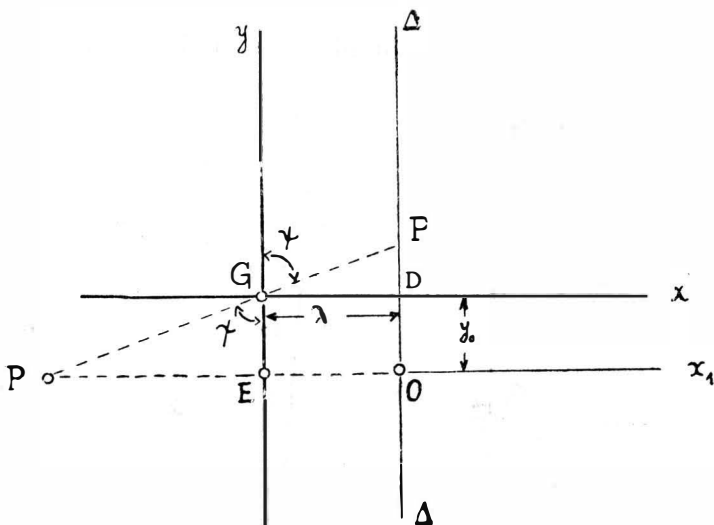


Fig. 8.

Direcțiile PG și Gy vor fi direcții conjugate, bari-centrice. Zic că *proecția antipolului P pe axul Δ este tocmai punctul O , pentru care axul Δ este ax principal de inerție.*

Fie E proecția lui P pe axul Gy . Vom avea :

$$\overline{PE} \cdot \overline{EO} = i_y^2 = \frac{I_y}{\Omega} \quad (17).$$

Să verificăm această relație, luând pentru O coordo-natele găsite mai sus. Punem :

$$\overline{EO} = \lambda ; \overline{PE} = GE, \operatorname{tg} \psi = y_o \cdot \operatorname{tg} \psi,$$

în care ψ este unghiul direcțiilor conjugate și pentru care avem relația :

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{I_y}{I_{xy}}.$$

Așa că putem scrie :

$$\overline{EO} = \lambda ; \overline{PE} = y_o \cdot \frac{I_y}{I_{xy}}.$$

Înlocuind pe y_o cu valoarea dată de relația ce precede (16) și ducând valorile absolute ale segmentelor PE și EO în relația (17), căpătăm o identitate :

$$\lambda \cdot \frac{I_{xy}}{\lambda \Omega} \cdot \frac{I_y}{I_{xy}} = \frac{I_y}{\Omega}.$$

Ca rezultat al celor de mai sus, putem enunța pro-poziția :

Locul geometric al proecțiilor punctelor unui ax baricentric pe antipolarele acelor puncte este o iperbolă cu centrul în centrul de greutate G , centrul elipsei față de care se iau antipolarele. Variind axul baricentric, iperbolele corespunzătoare vor trece prin două puncte — focarele de inerție — situate pe axul mic al elipsei, la distanța focală de centru, de o parte și de alta a lui.

Observare. Problema, care a făcut obiectul acestui studiu, se poate dezlega lesne, cu următoarea proprietate a focarelor de inerție.

Valoarea numerică a momentelor principale de inerție

ale unui punct O se poate calcula în funcție de distanțele f_1 și f_2 ale punctului O la focarele de inerție, după relațiile:

$$A_o = B + \left(\frac{f_1 + f_2}{2} \right)^2 \cdot \Omega$$

$$B_o = B + \left(\frac{f_1 - f_2}{2} \right)^2 \cdot \Omega.$$

Iar axele principale de inerție ale punctului O vor fi bisectoarele unghiului $F_1 O F_2$.

Dar asupra acestei teoreme vom reveni cu altă ocazie.

10. Elipsele și iperbolele date de relația (10) stabilită mai sus, se pot construi ușor: căci li se cunosc focarele F_1 și F^2 , precum și semiaxul lor mare. Acest semiax are ca valoare, raza cercului podar: ε . Celalt semiax al conicelor va fi $\sqrt{\pm(\varepsilon^2 - f^2)}$, după cum e vorba de o elipsă sau de o iperbolă.

Iperbolele vor avea ca asimptote tocmai axele bari-centrice, pentru care secția are acelaș moment ecuatorial corespunzător iperbolelor. De aici deducem o construcție simplă pentru determinarea axului baricentric, căruia îi corespunde un moment ecuatorial I , dat.

Calculăm excesul ecuatorial și raza lui de girație:

$$\varepsilon^2 = \frac{I - B}{\Omega}.$$

Cu aceasta am obținut și raza cercului podar.

Pe axul $G X$ luăm de o parte și de alta a lui G , distanța ε , în punctele L și L_1 . Din unul din aceste puncte ca centru și cu raza f descriem un arc de cerc, care taie axul $G Y$ în M și M_1 . Diagonalele dreptunghiului $L M L_1 M_1$ sunt cele două axe baricentrice căutate. Dacă α este unghiul ce face axul $G X$ cu una din diagonale, vom avea relația

$$\varepsilon = f - \cos \alpha,$$

care dă valoarea acestui unghi α .

Ca verificare, vom pleca dela relația:

$$I = A \cdot \cos^2 \alpha + B \cdot \sin^2 \alpha.$$

De aici deducem :

$$I = (A - B) \cos^2 \alpha + B = f^2 \cos^2 \alpha \cdot \Omega + B$$

$$\therefore f^2 = \frac{I - B}{\Omega} = f^2 \cos^2 \alpha$$

Și

$$f = f - \cos \alpha.$$

11. Iată acum câteva corolare a celor stabilite mai sus.

a) Pentru o valoare dată a momentului ecuatorial I , axele corespunzătoare Δ sunt tangente la o conică cu focarele în focarele de inerție. În punctele de tangență, bisectoarele unghiului format de razele la cele două focare F_1 și F_2 , le formează axul Δ , care e tangent la conică, și perpendiculara pe Δ , care e normală la conică. Deci punctele de tangență sunt tocmai punctele, pentru care axele Δ sunt axe principale de inerție. Astfel că *locul punctelor din planul secției, având unul din momentele principale de inerție constant este o conică cu focarele în focarele de inerție.*

b) Pentru a determina axele unui punct dat O , față de care axa secția considerată să aibă momentele ecuatoriale de valoare anumită I , vom duce din O tangentele la conica respectivă a momentului ecuatorial dat. În general, vom avea două asemenea axe trecând prin O . În loc de conice, ne putem servi de cercurile podare. În acest caz, axele căutate vor uni punctul dat O cu intersecțiile cercului podar corespunzător, cu cercul descris pe OF' ca diametru, F' fiind unul din focarele de inerție.

Pentru ducerea tangentelor la conice se va întrebuința una din metodele cunoscute.

c) Pentru determinarea punctului O al unui ax Δ , pentru care axul Δ este ax principal de inerție, — rezultă din cele ce preced următoarea simplă construcție,

Determinăm sistemul F' față de Δ al unuia din focarele de inerție. Unim apoi acest punct F' cu celalt focar de inerție. Dreapta astfel obținută va tăia axul Δ tocmai în punctul căutat O .

d) Să determinăm punctele din planul secției, pentru care momentele principale de inerție A_0 și B_0 să aibă valori date.

Mai întâi, aceste valori pentru A_0 și B_0 nu pot fi oricare. După cele stabilite, trebuie să avem:

$$A_0 \geq A ; B \leq B_0 \leq A$$

Punctele căutate vor fi la intersecția elipsei corespunzătoare momentului A_0 , cu iperbola corespunzătoare momentului B_0 . Pentru a găsi aceste intersecții este nevoie numai de o conică. Căci punctele căutate se află pe un cerc, care e locul geometric al punctelor cu moment polar constant, de valoare: $A_0 + B_0$.

Analitic, acest fapt se învederează astfel:

Ecuatiile elipsei și iperbolei, la intersecția cărora se găsesc punctele căutate, le putem scrie:

$$\frac{x^2}{\varepsilon^2} + \frac{y^2}{\varepsilon^2 - f^2} = 1$$

$$\frac{x^2}{\varepsilon_1^2} - \frac{y^2}{f^2 - \varepsilon_1^2} = 1,$$

unde $\varepsilon > f$ și $f > \varepsilon_1$. Rezolvind acest sistem de ecuații, obținem:

$$x^2 = \frac{\varepsilon^2 \cdot \varepsilon_1^2}{f^2} ; y^2 = \frac{(f^2 - \varepsilon_1^2)(\varepsilon^2 - f^2)}{f^2} \quad (18).$$

De unde:

$$x^2 + y^2 = \varepsilon^2 + \varepsilon_1^2 - f^2 = \varrho^2 = \text{const.}$$

Acest cerc de rază ϱ este tocmai locul geometric al punctelor cu momentul polar: $A_0 + B_0$. În adevăr:

$$A_0 + B_0 = (B + \varepsilon^2 \cdot \Omega) + (B + \varepsilon_1^2 \cdot \Omega) = A + B + (\varepsilon^2 + \varepsilon_1^2 - f^2) \cdot \Omega$$

De unde:

$$I_0 + I_G + (\varepsilon^2 + \varepsilon_1^2 - f^2) \cdot \Omega$$

$$\text{Și} \quad \varrho^2 = \varepsilon^2 + \varepsilon_1^2 - f^2.$$

Vom descrie cercul cu rază ϱ și apoi putem calcula grafic coordonatele punctelor de intersecție cu una din conice. Relațiile (18), de mai sus ne dau:

$$x = \pm \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_1}{f}.$$

Adică: sau calculăm $f^2 = \varepsilon \cdot \varepsilon_1$ și apoi $x = \frac{t^2}{f}$; sau, dela

Vibrațiunile paletelor la turbine cu vapor

MARCU IANCU

Inginer

Fenomenul rezonanței, datorit suprapunerii vibrațiunilor proprii ale unui sistem material cu impulsurile discontinuu-periodice provocate de condițiunile specifice mișcării sistemului, este de multe ori o piedică în mersul normal al unei mașini, având ca efect deteriorarea elementelor cari o compun.

La turbinele cu vapor, vibrațiunile paletelor, produc deteriorarea și ruptura lor, atunci când ele intră în rezonanță cu vibrațiunile plăcilor pe cari sunt fixate, sau cu numărul canalelor de admisiune și numărul învârtiturilor turbinei.

Cel din urmă caz l'am avut de cercetat la fabrica de turbine A. E. G. Berlin, când s'a produs ruptura paletelor în etajul al șaselea la cea mai mare turbină până atunci construită, (Goldembergwerk, 70.000 kw.). Paletele etajului al șaselea aveau o vibrațiune proprie egală cu *produsul între numărul de învârtituri ale turbinei și numărul canalelor de admisiune la acest etaj*.

Scopul acestei lucrări este de a arăta:

I) Calea urmată pentru determinarea vibrațiunilor proprii.

II) Importanța neglijabilă a forțelor centrifuge în determinarea frecvențelor acestor vibrațiuni.

1) Determinarea frecvențelor proprii ale paletelor.

Cauza care produce vibrațiunile paletelor la turbinele cu vapori este variațiunea de presiune în roata motrice, când un canal cuprins între două palete trece dela o. admișiune la cealaltă. Această discontinuitate în presiune datorită pereților canalelor de admișiune, produce vibrațiunile paletelor în direcțiunea de rotație a turbinei. Dat fiindcă paletetele pot fi socotite ca încastrate la partea inferioară și articulate la partea superioară (în bandajele roții motrice), deformațiunea datorită vibrațiunilor este cea mai indicată în fig. 1.

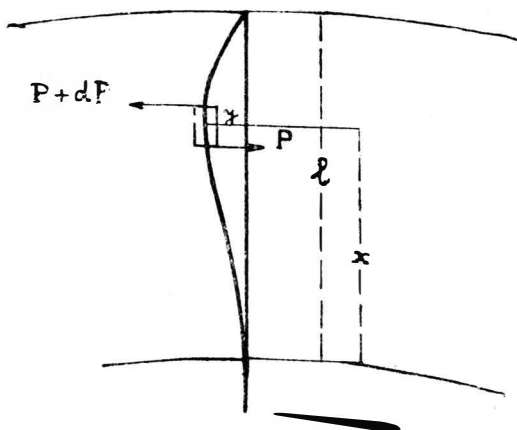


Fig 1

Vom determina frecvența vibrațiunilor, fără a ține seama de mișcarea de rotație a paletelor (adică forțele centrifuge vor fi neglijate). In partea a doua a acestei lucrări vom vedea că, ținând seama de forțele centrifuge, obținem o valoare identică pentru frecvențe ca și în cazul când ele sunt neglijate, cu o mică variațiune a unui coeficient.

Fie:

m = masa paletetei

l = lungimea paletetei

E = modulul de elasticitate

F = suprafața secțiunii paletii

μ = masa specifică a paletii

I = momentul de inerție pentru încovoierea în direcțiunea de rotație a roți motrice.

Asupra unui element cu masa,

$$dm = \mu \cdot F \cdot dx$$

lucrează forțele P și $P + dP$ (fig. 1)

Accelerația elementului $\frac{d^2 y}{dt^2}$ este produsă de rezultanta dP a acestor forțe.

$$\mu \cdot F \cdot dx \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} = dP \quad (1).$$

Dacă notăm cu M momentul de încovoiere al paletii avem :

$$P = \frac{dM}{dx} \quad (2), \quad \frac{d^2 y}{dx^2} = - \frac{M}{EI}. \quad (3).$$

Relațiunile (1), (2), (3) ne dau ecuațiunea diferențială a mișcării vibratorii :

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + \mu F \frac{d^2 y}{dt^2} = 0. \quad (4).$$

Această ecuațiune diferențială se integrează scriind :

$$y = U \cdot V \quad U = f(t) \quad V = f(x).$$

$$\frac{d^4 y}{dx^4} = U \cdot \frac{d^4 V}{dx^4} \quad (5), \quad \frac{d^2 y}{dt^2} = V \cdot \frac{d^2 U}{dt^2} \quad (6).$$

Înlocuind valorile (5) și (6) în (4) și notând :

$$\sqrt{\frac{EI}{\mu}} = a \quad (7) \quad \sqrt{\frac{1}{F}} = K \quad (8)$$

obținem :

$$U \cdot \frac{d^4 V}{dx^4} + \frac{1}{a^2 K^2} V \frac{d^2 U}{dt^2} = 0.$$

Împărțind ambii termeni cu produsul $U \cdot V$ avem :

$$\frac{1}{V} \cdot \frac{d^4 V}{dx^4} = - \frac{1}{a^2 K^2 U} \cdot \frac{d^2 U}{dt^2} \quad (9)$$

Ambii termni ai relațiunei (9) trebuiesc să fie egali cu aceeași constantă pe care să o notăm cu α^4 ; de aci rezultă următoarele două ecuațiuni integrabile cu metodele cunoscute:

$$\frac{d^4 V}{dx^4} = \alpha^4 V \quad (1^a) \quad ; \quad \frac{d^2 U}{dt^2} = -\alpha^2 K^2 \alpha^4 U \quad (2^a)$$

Integralele ecuațiunilor (1^a) și (2^a) sunt:

$$V = C_1 e^{\alpha x} + C_2 e^{-\alpha x} + C_3 \cos \alpha x + C_4 \sin \alpha x$$

$$U = C_1' \sin \alpha^2 a K t + C_2' \cos \alpha^2 a K t$$

Funcțiunea ¹⁾

$$y = U(t) \cdot V(x)$$

se anulează pentru $t = 0$. În acest caz avem:

$$U(t) = 0 \text{ deci } C_2' = 0.$$

Integrala generală a ecuațiunei (4) este deci:

$$y = U(t) \cdot V(x) = C_1' \sin \alpha^2 a K t \left[C_1 e^{\alpha x} + C_2 e^{-\alpha x} + C_3 \sin \alpha x + C_4 \cos \alpha x \right]$$

$$y = \sin \alpha^2 a K t \left[A e^{\alpha x} + B e^{-\alpha x} + C \sin \alpha x + D \cos \alpha x \right]$$

A, B, C, D sunt constante de integrare pe cari le determinăm cu ajutorul condițiunilor la limită.

Condițiuni la limită.

1) Încovoierea este egală cu zero la partea inferioară a paletei

$$y = 0 \quad \text{pentru} \quad x = 0$$

$$\text{De aci:} \quad A + B + C = 0 \quad (10)$$

2) Înclinarea constantă a tangentei la partea inferioară a paletei.

$$\frac{dy}{dx} = 0 \quad \text{pentru} \quad x = 0$$

¹⁾ Aceasta nu este de cât o integrală particulară a ecuației (4). N. R.

De aci: $A - B + D = 0$ (11)

3) Încovoierea este egală cu zero la partea superioară a paletei (în bandaje)

$$y = 0 \quad \text{pentru} \quad x = 1$$

De aci: $A e^{a l} + B e^{-a l} + C \cos a l + D \sin a l = 0$ (12)

4) Momentul de încastrare în bandaje este egal cu zero:

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = 0 \quad \text{pentru} \quad x = 1$$

De aci: $A e^{a l} + B e^{-a l} - C \cos a l - D \sin a l = 0$ (13)

Din ecuațiile (10), (11), (12), (13) rezultă:

$$\begin{aligned} A e^{a l} + B e^{-a l} &= 0 \\ -A [\cos a l + \sin a l] - B [\cos a l - \sin a l] &= 0 \\ \left| \begin{array}{cc} e^{a l} & e^{-a l} \\ -(\cos a l + \sin a l) & -(\cos a l - \sin a l) \end{array} \right| &= 0 \\ e^{2 a l} = \frac{\cos a l + \sin a l}{\cos a l - \sin a l} = \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + a l \right) & \quad (14) \end{aligned}$$

Rădăcinile ecuației transcendente (14), care se poate rezolva pe cale grafică, sunt valorile constantei a pe care am introdus-o în calculul nostru, pentru a integra ecuațiunea diferențială (4).

Cea mai mică rădăcină a acestei ecuații, cu o bună aproximație, este:

$$a l = \frac{5 \pi}{4}$$

Ea corespunde vibrațiunii fundamentale.

Celelalte rădăcini:

$$\frac{9 \pi}{4}, \quad \frac{13 \pi}{4}, \quad \frac{17 \pi}{4}$$

corespund vibrațiilor secundare.

Frecevența vibrațiunii fundamentale este dată de integrala generală a ecuațiunii (4):

$$N_{\text{sec}} = \frac{\alpha^2 a K}{2 \pi}$$

$$N_{\text{min}} = \frac{60 \cdot \alpha^2 a K}{2 \pi} = \frac{30 \alpha^2 a K}{\pi}$$

Pentru:

$$\alpha = \frac{5 \pi}{4 l} \quad a = \sqrt{\frac{E}{\mu}} \quad \sqrt{\frac{I}{F}}$$

obținem freevența fundamentală a vibrațiunii:

$$N_{\text{minută}} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{25 \pi^2}{16 \cdot l^2} \sqrt{\frac{E I}{\mu F}}$$

$$N_{\text{minută}} = 147 \sqrt{\frac{E I}{\mu l^3}} \quad (a)$$

Avem rezonanță când valorile lui N sunt egale cu numărul de impulsii pe minută pe care o paletă le capătă, în urma discontinuității în presiune la trecerea ei dela un canal de admisiune la celălalt. Dacă numărul canalelor de admisiune este p și n numărul de învârtituri pe minută, atunci o paletă suferă într'o minută $p n$ impulsii. Punctul de rezonanță este dat de întretăierea curbelor $p n$ și N în fig. 2, pentru valorile numerice:

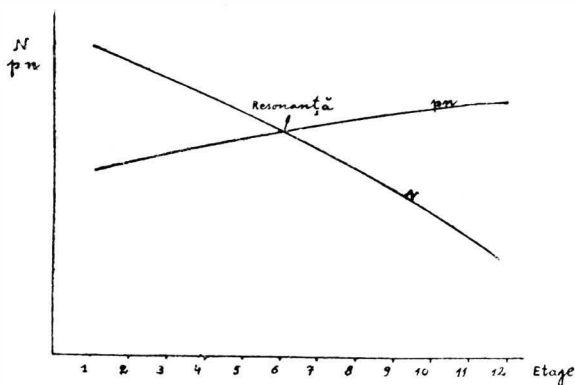


Fig. 2.-

$$p. n = N = 147 \sqrt{\frac{E J}{m l^3}}$$

Dat fiind că paletele au o mișcare de rotație, frecvențele calculate cu formula (a) nu sunt riguros exacte. Mai jos vom determina o formulă pentru frecvențele paletelor cari au o mișcare de rotație, introducând forțele centrifuge, și vom vedea că eroarea ce o facem calculând cu formula (a) este neglijabilă.

II) *Determinarea frecvențelor pentru cazul când paletele au o mișcare de rotație.*

Condițiunile la limită fiind identice cu acelea ale paletelor imobile, dela început putem spune că frecvențele vor avea acelaș caracter ca cel indicat de formula (a). Fie expresiunea analitică, pe care o vom justifica mai jos, a liniei elastice dată de funcțiunea :

$$y = x^s \left(\frac{r}{l-x} - \frac{r}{l} \right) \sin \lambda t \quad (1)$$

r și s sunt constante cari trebuiesc determinate. Condițiunile la limită sunt :

$$1) y = 0 \quad \text{pentru} \quad x = 0$$

$$2) y = 0 \quad \text{pentru} \quad x = l.$$

$$3) \frac{dy}{dx} = 0 \quad \text{pentru} \quad x = 0$$

$$4) \frac{d^2 y}{dx^2} = 0 \quad \text{pentru} \quad x = l.$$

Ultima condițiune, aceea a anulării momentului de încovoiere la partea superioară a paletelor nu este îndeplinită de funcțiunea (1) decât cu o oarecare aproximație. Vom aplica *metoda lui Rayleigh*¹⁾ pentru determinarea frecven-

¹⁾ Stodola : Dampf—und Gasturbinen. Ed. V, pag. 391.

țelor proprii. Pentru a aplica această metodă trebuie să cunoaștem:

- 1) energia cinetică a paletelor
- 2) energia potențială a forțelor elastice
- 3) energia potențială a forțelor centrifuge.

Vom întrebuința aceleași notațiuni ca în § 1.

1) *Energia cinetică K a paletelor.*

$$K = \int \frac{dm \cdot v^2}{2} \quad dm = \mu \cdot F \cdot dx = \text{Masa unui element al paletelor}$$

$$v = \frac{dy}{dt} = \text{viteza acestui element.}$$

$$y = x \left(\frac{r}{l} - \frac{r}{x} \right) \sin \lambda t.$$

$$\frac{dy}{dt} = x \left(\frac{r}{l} - \frac{r}{x} \right) \lambda \cos \lambda t \quad (2)$$

$$K = \frac{1}{2} \mu \cdot F \cdot \int_0^l dx \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 = \frac{1}{2} \mu F \lambda^2 \cos^2 \lambda t \int_0^l dx \left(x \frac{r}{l} - \frac{r}{x} \right)^2$$

$$K = \frac{1}{2} \mu \cdot F \cdot \lambda^2 \cos^2 \lambda t \int_0^l \left[\frac{1}{2s+1} + \frac{1}{2r+2s+1} - \frac{2}{r+2s+1} \right] dx$$

$$K = K_0 \lambda^2 \quad (3)$$

2) *Energia potențială P a forțelor elastice.*

Momentul M de încovoiere produce asupra elementului dx o deformațiune unghiulară:

$$d\beta = \frac{dx}{\rho} = \frac{M dx}{EI}$$

Energia elastică potențială P este:

$$P = \frac{1}{2} \int_0^l M d\beta = \frac{1}{2} \int_0^l \frac{M^2 dx}{EI} \quad (4)$$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = - \frac{M}{EI} \quad (5)$$

Înlocuind (5) în (4) avem :

$$P = \frac{1}{2} E I \int_0^1 \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx \quad (6)$$

I reprezintă momentul de inerție al secțiunii F pentru încovoierea în direcțiunea de rotație.

$$y = x \left(\frac{r}{1} - \frac{r}{x} \right) \sin \lambda t.$$

$$P = \frac{1}{2} E I \int_0^1 dx \left[\frac{r}{s(s-1)} \frac{s-2}{x} - \frac{r}{(s+r)(s+r-1)} \frac{r+s-2}{x} \right] \cdot \sin^2 \lambda t$$

$$P = \frac{1}{2} E I \left[\frac{2r + 2s - 3}{\sin^2 \lambda t} \left[\frac{s^2 (s-1)^2}{2s-3} + \frac{(s+r)(s+r-1)^2}{2r+2s-3} - \frac{2s(s-1)(s+r)(s+r-1)}{r+2s+3} \right] \right]$$

3) Energia potențială Z a forțelor centrifuge.

Fie ξ deplasarea punctului de aplicație al forței centrifuge din poziția medie a paletelor până în pozițiunea extremă. Ne convingem ușor după fig. 3 că această depla-

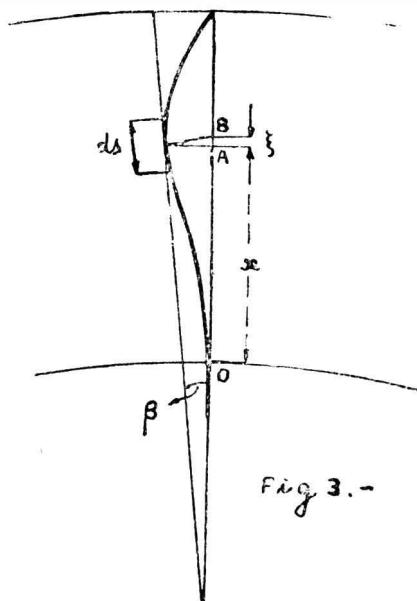


Fig. 3.-

sare este dată de diferența $OB - OA$. Putem deci scrie:

$$\xi = \int_0^s ds - \int_0^s ds \cos \beta = \int_0^s ds (1 - \cos \beta)$$

β este unghiul între tangenta în punctul de aplicație al forței centrifuge și axa x^{lor} [poziția medie a paletelor]. Unghiul β fiind mic putem scrie:

$$\xi = \frac{1}{2} \int_0^s \beta^2 ds.$$

$$\beta \approx \operatorname{tg} \beta = \frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx} \left[x \left(\frac{r}{l} - \frac{r}{x} \right) \sin \lambda t \right]$$

În limita integrării putem înlocui pe ds cu dx . Avem deci:

$$\xi = \frac{1}{2} \int_0^x dx \left(\frac{dy}{dx} \right)^2$$

$$\xi = \frac{1}{2} \int_0^x dx \left[s \frac{r}{l} \frac{s-1}{x} - (r+s) \frac{r+s-1}{x} \right]^2 \sin^2 \lambda t$$

$$\begin{aligned} \xi = \frac{1}{2} \sin^2 \lambda t & \left[\frac{s^2 l}{2s-1} x^{2s-1} + \frac{(r+s)^2}{2r+2s-1} x^{2r+2s-1} \right. \\ & \left. - \frac{2s(r+s)}{r+2s-1} \frac{r}{l} x^{r+2s-1} \right] \end{aligned}$$

Dacă notăm cu R raza roții motrice și ω viteza unghiulară, obținem pentru Z :

$$Z = \mu \omega^2 F \int_0^l (R+x) \xi dx.$$

$$\begin{aligned} Z = \frac{1}{2} \mu \omega^2 F \sin^2 \lambda t & \left\{ \frac{R}{l} \left[\frac{s}{4s-2} + \frac{r+s}{2(2r+2s-1)} \right. \right. \\ & \left. \left. - \frac{2s(r+s)}{(r+2s)(r+2s-1)} \right] + \frac{s^2}{4s^2-1} + \frac{1}{4 - \frac{s}{(r+s)^2}} - \frac{2s(r+s)}{(r+2s)^2-1} \right\} \end{aligned}$$

Metoda lui Rayleigh.

Am văzut că deplasările fiecărui punct al sistemului nostru elastic sunt proporționale unei funcțiuni sinusoidale. Punctele sistemului se găsesc la acelaș timp în pozițiunea medie și extremă. În momentul deplasărei maxime a paletii, energia elastică P are o valoare maximă $P_{\max}$ [pentru $\sin^2 \lambda t = 1$].

În acest interval de timp forțele centrifuge au produs un travaliu $Z_{\max}$ [pentru $\sin^2 \lambda t = 1$]. Principiul energiei ne dă relațiunea ;

$$K_{\max} = K_{0 \max} \lambda^2 = P_{\max} + Z_{\max}.$$

$$\lambda^2 = \frac{P_{\max} + Z_{\max}}{K_{0 \max}} + \frac{f_1(r, s) + f_2(r, s)}{f_3(r, s)} \quad (7)$$

Frecvența proprie a sistemului N_{sec} este dată de relațiunea

$$N_{\text{sec}} = \frac{\lambda}{2 \pi}$$

Valorile lui r și s trebuie să fie astfel determinate încât λ^2 să devie un minimum.

Dintre toate expresiunile analitice cari reprezintă linia elastică, cea mai justă este aceea cu care obținem cea mai mică frecvență.

Am presupus linia elastică exprimată de funcțiunea

$$y = x^s (1^r - x^r) \sin \lambda t.$$

Aplicând metoda lui Rayleigh obținem relațiunea (7) între valorile r și s și λ . Prin încercări succesive am găsit că λ^2 devine un minimum

pentru :

$$s = 2 \qquad r = \frac{1}{4}$$

Înlocuind aceste valori în (7) obținem

$$\lambda^2 = -\frac{E I}{m l^3} \cdot 312.$$

$$N_{\text{minută}} = 169 \sqrt{\frac{E I}{m l^3}} \quad (b)$$

Concluzie.

Am găsit pentru frecvențele paletelor imobile și a paletelor cu o mișcare de rotație valorile (a) și (b) date de relațiunile :

$$N_{\text{minută}} = 147 \sqrt{\frac{E I}{m l^3}} \quad (a)$$

$$N_{\text{minută}} = 169 \sqrt{\frac{E I}{m l^3}} \quad (b).$$

Frecvența obținută în cazul (b) este cu 15% mai mare ca cea în cazul (a). Eroarea ce o facem presupunând paletele imobile chiar la turbinele cu o rotație mare, este neglijabilă.

Considerațiuni teoretice și observațiuni privitoare la traseul și rectificarea curbelor de cale ferată

VICTOR V. STOICA

Inginer-Şef

Director de Serviciu C. F. R.

La căile ferate române din vechiul regat, se prevedea prin ordinul de Serviciu No. $\frac{82560}{11037}$, din 1894 modul cum

trebuie a se construi curbele pentru căile ferate normalei. Azi aceste norme nu se mai potrivesc, nici cu ultimele date ale tehnicii și nici cu prescripțiunile ce erau în vigoare în provinciile alipite.

Atât vitezele de circulațiune a trenurilor, cât și sarcinile vehiculelor și repartiția acestor sarcini, cu deosebire la mașini a crescut în mod considerabil în ultimul timp atingând 18—20 tone pe osie. Formulele și prescripțiunile date acum 30 ani nu mai corespund cu starea actuală a căilor ferate, ne mai cuprinzând toți factori și condițiunile cerute azi.

Dăm aci mai jos câte-va capitole mai de seamă, ce trebuiesc schimbate și în ce mod, justificând aceste noi propuneri.

I. Suprainălțarea liniei în curbă.

Suprainălțarea ce se dă liniilor de cale ferată în curbe, are ca principiu justificativ contra echilibrarea forțelor centrifuge, ce se naște la un mobil (locomotivă sau vagon) care ar descrie acea curbă cu o viteză mare.

Această supraînălțare h , se calculează în circulara C. F. R. actualimente în vigoare, după formula teoretică, care dă o valoare prea mare, aproape de două ori atâta, cât este nevoie în practică, așa că această formulă a fost înlocuită în cele mai multe administrațiuni de cale ferată, cu o formulă empirică, ce satisface nevoile practice mai bine. Calculând cu această formulă teoretică, adoptată de circulara C. F. R.:

$$h = \frac{L \cdot v^2}{g \cdot R} \quad (1)$$

în care :

h = supraînălțarea liniei în curbă (în metri)

L = lărgimea căi (1^m.50) în metri

v = viteza maximă de circulațiune în $\frac{m}{sec}$

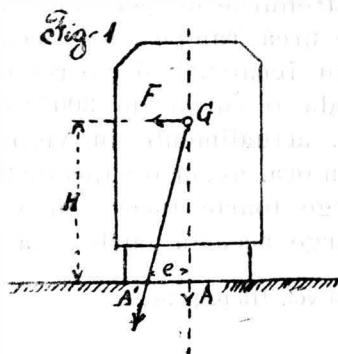
g = 9^m,80

R = raza curbei în metri

găsim, că la vitezele maxime de circulațiune, corespunzătoare diferitelor raze, avem între forța centrifugă F și sarcina P a mobilului în circulație următoarele rapoarte:

$R^m =$	100	120	150	180	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300 m.
$V \frac{km}{ora} =$	20	30	40	45	50	60	65	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120 $\frac{km}{ora}$
$\frac{F}{P} =$	0.040	0.060	0.083	0.089	0.099	0.113	0.110	0.110	0.100	0.094	0.094	0.091	0.087	0.086	0.086	0.086	0.080

În acest caz rezultanta forței centrifuge F și a greutatei P a mobilului în circulație, va cădea la o depărtare e de axul căi, în spre afara curbei, așa ca să avem (v. Fig. 1)



$$\frac{e}{H} = \frac{F}{P}$$

sau $e = H \frac{F}{P}$

și cum $\frac{F}{P}$, aproximativ este 10%, vom avea

$$e = \frac{1}{10} \cdot H$$

Dacă înălțimea H a centrului de greutate G , a mobilului ce parcurge curba, ar fi la o înălțime $H = 2^m,50$ (cum ar fi cazul unei mașini înalte și de viteză mare) atunci:

$$e = 25 \text{ ctm}$$

Adică într'o curbă, unde nu ar fi nici o suprainălțare, am avea o deplasare a rezultantei de cel mult 25 ctm. de la axul căi spre exteriorul curbei. Rezultanta deci rămâne în interiorul bazei de sustentație, dând un coeficient de stabilitate egal cu 3, ceea ce este destul de acoperitor.

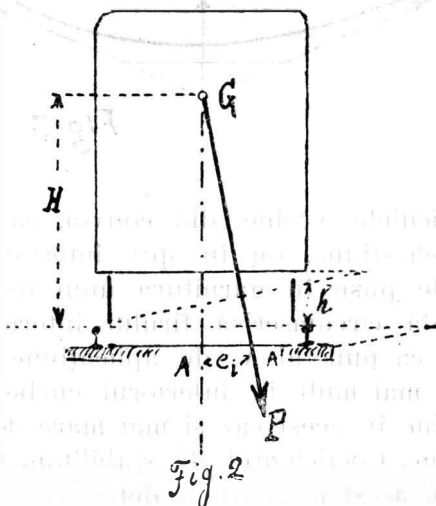
Din punct de vedere deci al forței centrifuge, rezultă că nu poate să fie nici un pericol de răsturnare în afara curbei, limitele puse de circulară, pentru viteza și raza curbei, fiind suficient de îngrăditoare.

Suprainălțarea exagerată sau prea mare, poate avea însă inconveniente cu mult mai mari de cât lipsa sa completă și poate deveni chiar periculoasă; de aceea se spune în unele tratate chiar, că «o micșorare a suprainălțării strică mai puțin de cât o ridicare prea mare a șinei exterioare».¹⁾

În calculul suprainălțării se ia în considerațiune viteza maximă de circulațiune pe linia respectivă; ori, cele mai multe trenuri nu circulă de cât cu viteze mult mai mici, astfel sunt toate trenurile de persoane, mixte, de marfă și toate trenurile ce urcă rampe, etc. Dacă considerăm deci aceste trenuri sau încărcări și ne referim la un exemplu cum ar fi de pildă o curbă de 300^m rază, atunci, după circulara C. F. R. actualimente în vigoare, pentru viteza maximă de 65 km/oră, avem o suprainălțare $h = 16^{\text{ctm}},6$. Un tren, care ar merge foarte încet sau o locomotivă de 120 tone, ce ar parcurge această curbă, va produce o supra-

¹⁾ V. Hütte 1920 vol. III pag. 742.

încărcare a şinei interioare şi o deplasare a sarcinii P de la axul căi spre interiorul curbei, la o depărtare e_i aşa ca să avem relaţiunea (v. Fig. 2):



$$\frac{e_i}{H} = \frac{h}{1,50} \quad (3)$$

și dacă $h = 17^{\text{ctm}}$ iar $H = 2^{\text{m}},50$, atunci:

$$e_i = 28 \text{ ctm.}$$

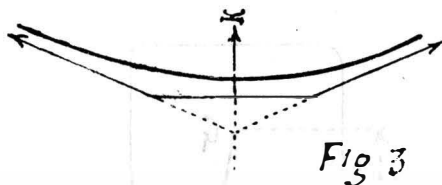
deci o escentricitate mai mare, de cât a rezultantei găsite în cazul de mai sus al forței centrifuge, în ipoteza, că linia ar fi fără supra înălțare.

În cazul forței centrifuge, prin suprainălțare, căutăm să anihilăm complet deplasarea rezultantei și în așa măsură, «ca aplicarea bandajului roții pe fața din năuntru a șinilor interioare, să fie cât mai puțin posibilă» ¹⁾ sau «să o prevenim de tot» ²⁾. În cazul înclinării prin suprainălțare, când însă nu avem forță centrifugă sau când este foarte mică, pentru același efect, mai accentuat încă, nu se ia nici o măsură spre a-l preveni sau anula complet.

¹⁾ *Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbögen* von O. Sarrazin und H. Oberbeck. 1921. pag. 10.

²⁾ *Eléments de Topografie* par E. Gabriel pag. 322.

Dacă observăm, că în acest ultim caz, mai este de adăugat încă o componentă K (Fig. 3) rezultând din tendința,



ce o au vehiculele vecine din convoi, ca să tragă de vehiculul în chestiune, tot în spre interiorul curbei, căci aceste vehicule puse în garnitura unui tren formează o linie poligonală circumscrisă firului interior al curbei; atunci vedem, că punctul A' de aplicațiune al rezultantei totale, cade și mai mult în interiorul curbei iar escentricitatea e_i devine în acest caz și mai mare de cât în cazul forței centrifuge. Coeficientul de stabilitate va deveni mai mic și deci din acest punct de vedere va fi mai periculos pentru răsturnare.

Dar și mai rău de cât toate acestea, în ipoteza lipsei fertei centrifuge, este *apăsarea șinei interioare în mod cu totul disproportionat, față de șina exterioară*.

Dacă P_i și P_e sunt componentele greutății totale P a vehiculului, pe șina interioară și pe cea exterioară a căi în curbă, atunci în această ultimă ipoteză vom avea relațiunile, pentru o cale normală ($L = 1^m,50$):

$$P = P_i + P_e$$

$$\frac{P_i}{P_e} = \frac{75 + e_i}{75 - e_i} = \frac{75 + 28}{75 - 28} = 2,2$$

ceea ce dă $P_i = \frac{2,2}{3,2} P$

sau $P_i = 0,68 P$

și $P_e = 0,32 P$

(4)

Rezultă deci că șina interioară va fi apăsată cu circa 50% mai mult de cât șina exterioară. Dacă de pildă greutatea pe osie este 15 tone, atunci șina interioară va suporta 10 tone iar cea exterioară numai 5 tone. Traversele vor

avea un cap apăsător de două și mai mult de cât cealaltă extremitate.

Din această cauză, a unei supraînălțări exagerate, avem acele zise *căderi de curbe*, care face ca liniile în curbă să fie cel mai greu de întreținut, trebuind a ridica ridica mereu firul interior al linii, ce nu se poate menține niciodată, mai ales la curbele cu rază mică.

Tot din această cauză avem cele mai multe ruperi de șini, în interiorul curbelor, precum și acele rezistențe foarte mari, ce le întâmpină trenurile grele în circulațiune, când parcurg asemenea curbe, rezistența cunoscută sub denumirea de *asprimea curbei*. Această rezistență a curbei se mărește foarte mult, fiind în raport și cu mărimea supraînălțării; de aceea se observă în asemenea cazuri, că tabelele Serviciului de Tracțiune, pentru încărcarea mașinelor nu corespunde cu realitatea în majoritatea cazurilor, așa că mașinile aproape întotdeauna sunt încărcate cu un tonaj mult mai mare, decât a avut în vedere prescripțiunile ce se aplică și aceasta se observă cu deosebire la trenurile cu viteză mică, ca cele de marfă.

Din cauza supraînălțării mari, d. ex. 16—17 ctm. se produce pentru o lărgime L a linii, socotită în orizontal, încă o supralărgire E din circa 1 ctm.; se obține astfel o supralărgire totală inadmisibilă, ex. pentru o rază de 300 m. vom avea, după circulara C. F. R. actuală:

$$L_{\text{tot}} = 1435 + 25 + 10 = 1470 \text{ m. m.}$$

ceea ce dă supralărgire totală de 35 ctm., adică dublu de cât este prevăzut în ultima circulară germană. În acest caz una din roți calcă numai pe 4 ctm. din bandaj pe șină.

Dacă se micșorează supraînălțarea h , atunci câmpul de oscilațiune al rezultantei forței centrifuge și greutatei vehiculului, care circulă pe curbă, se va deplasa de o parte și alta a axului căi; așa că șinile, atât din exteriorul curbei cât și cele din interior, vor fi, mai mult sau mai puțin, deopotrivă de apăsate și deci traversele mai bine încărcate; pe cât timp cu formula teoretică actuală, acest câmp de oscilațiune se întindea numai spre interiorul căi, al cărui ax nu era atins de cât teoretic, la vitezele maxime, pentru care se calcula supraînălțarea curbei.

Pentru aceste prime considerațiuni, pe care practica le scoate și mai mult în evidență și le justifică cu priso-sință, fără a mai intra în alte detalii și considerațiuni, cred că *este absolută nevoie, a se reduce supraînălțările actuale, la jumătate sau mai bine la cele prevăzute în circulara germană și dată de formula :*

$$h = \frac{V}{2 R} \quad (5)$$

în care :

V = viteza maximă de circulație în $\frac{\text{klm.}}{\text{oră}}$

R = raza curbei în metri

h = supraînălțarea în metri

Această formulă are avantajul că reduce valoarea supraînălțării la aproape jumătate, din formula teroretică, pentru vitezele mari. In aceste condițiuni *câmpul de oscilație al rezultantei forțelor centrifuge și greutatea vehiculului, se repartizează, cam de o potrivă, de o parte și de alta a axului căi. Se obține deci o repartiție mai egală, cât posibil, a sarcinilor alternative la care sunt supuse atât șinele cât și mai ales traversele*, ceea ce produce o fixitate și stabilitate a căi, cât mai mare posibilă, ceea ce este și scopul ce se urmărește. din punct de vedere al întreținerii căi și a siguranței de circulațiune.

Ca să vedem cum se poate face trecerea de la o supraînălțare la alta, date de formulele (1) și (5), ceea ce în practică este foarte important, vom examina aceste formule, transformându-le, ca să poată fi comparabile.

Formula (1) adoptată de circulara C. F. R. devin în acest caz :

$$h = 0,0118 \cdot \frac{V^2}{R} \quad (6)$$

egalând aceasta cu valoarea dată de ecuațiunea (5) găsim

vitezele pentru care avem același supraînălțări în ambele circulări :

$$0,0118 \frac{V^2}{R} = \frac{V}{2R} \quad (7)$$

de unde : $V = 42,37 \frac{\text{km}}{\text{oră}}$

Examinând reprezentarea grafică a ecuațiunii (5) și (6), după cum se vede în planșa I., pentru o rază de 500 m. d. ex., linia I (care dă valorile lui h , după circulara C. F. R.) va fi o curbă parabolică, care taie linia II (ce dă valorile lui h după prescripțiunile noi) în punctul A pentru care vitezele sunt $42,37 \frac{\text{km}}{\text{oră}}$ și aceasta este independent de rază :

cele zise pentru raza de 500 m. se aplică și pentru ori-care altă rază, păstrând bine înțelese proporțiile.

Din punctul A curba I trece sub linia II, așa că supraînălțările date de circulara C. F. R. sunt mai mici de cât prescripțiunile noi, pentru viteze mai mici de $42,37 \frac{\text{km}}{\text{oră}}$

Pentru vitezele mai mari, curba I trecând d'asupra liniei II, supraînălțările h date în circulara C. F. R. vor fi mai mari, crescând cu atât mai mult cu cât ne apropiem de viteza limită maximă, unde aproape se dublează față de supraînălțarea dată de prescripțiunile noi. De aici deducem, că adoptând prescripțiunile noi, supraînălțările vor fi reduse aproape la jumătate din cea ce este azi. Rezultanta forței centrifuge și greutatei vehiculului va trece numai în cazul vitezelor maxime dincolo de axul căi în spre exteriorul curbei. Escentricitatea e dată de formula (2) va eși numai pe jumătate din axul căi spre exteriorul curbei, cealaltă jumătate rămânând în partea din spre interior. În exemplul dat, escentricitatea $e = 25$ ctm., va fi divizată în două de axul căi, trecând câte 12—13 ctm. de o parte și de alta a axului căi; adică câmpul de oscilațiune al rezultantei va fi divizat aproximativ în două părți egale, ceea ce este rezultatul cel mai satisfăcător ce s-ar putea obține. În acest caz ambele șini și extremități ale traverselor sunt deopotrivă de solicitate de forțele exterioare, adică de greutatea vehiculelor în circulațiune.

Modul de aplicațiune în practică.

Se va înălța, ca și până acuma, șirul exterior al linii, deși ar fi mai bine, dacă este posibil, ca șirul exterior să fie înălțat numai cu jumătate din supraînălțarea totală iar șirul interior al linii coborât cu cealaltă jumătate, căci în acest caz centrul de greutate al vehiculului sau mobilului în circulațiune și-ar continua traectoria sa, paralelă cu linia, fără suire și coborâre, ceea ce provoacă travalii în plus și perturbațiuni în mișcări.

Formula după care se va calcula supraînălțarea va fi (5):

$$h = \frac{V^2}{2R}$$

în care: h = supraînălțarea în m.

V = viteza maximă de circulațiune în $\frac{\text{km.}}{\text{oră}}$

R = raza curbei în m.

Supraînălțarea h se menține, cu valoarea sa integrală, pe toată lungimea curbei în arc de cerc. Ea se va pierde în alimentul drept al linii pe lungimea racordărei parabolice a curbei cu o pantă liniară continuă p :

$$p = \frac{h}{l} = \frac{1}{c} \quad (8)$$

în care:

l = lungimea racordărei parabolice ¹⁾

$c = 600$ pentru curbe ce se construiesc sau se retrasează din nou

$c = 7.08 V$ pentru curbele liniilor în circulație pe care se

circulă cu viteze maxime peste $45 \frac{\text{km.}}{\text{oră}}$ inclusiv

$c = 300$ id. cu viteze maxime sub $45 \frac{\text{km.}}{\text{oră}}$ excl.

Tablourile anexe I și II cuprind valorile supraînălțări h pentru liniile actuale în circulațiune, precum și pentru

¹⁾ În cazul că nu există racordări parabolice, atunci supraînălțarea h se va pierde în aliniamentele ce precede sau urmează curba, cu ajutorul unei pante pe 2 m. m. pe m. adică $p = 0.002$.

curbile liniilor, ce se vor retrasa sau construi cu valorile și formulile sus indicate.

O reprezentare grafică a tabloului I este dată în planșa II, pentru care s'a întrebuințat formula (6) până la curba vitezelor 40 km/oră iar pentru curbele superioare cu formula (5). Luând în abscisă razele și în ordonată valorile h , se obține o familie de curbe iperbolice asimtote axelor de coordonate.

De asemenea o reprezentare grafică analogă a tabloului II este dată în planșa III, pentru supraînălțările curbelor ce se retrasează sau construiesc din nou.

II. Elementele racordărei parabolice.

Formulele după care se calculează aceste elemente, în circulara C. F. R., sunt: formula teoretică (1) și raportul dintre lungimea l a racordărei parabolice și supraînălțarea h , care este dat în circulară:

$$\frac{l}{h} = 300 \quad (9)$$

cu aceste puncte de plecare, se obține însă, după cum am văzut o valoare pentru h aproape dublu de cât este nevoie. Rezultă de aci, că și lungimea l a racordărilor parabolice, va fi mare. Aceasta va fi însă un avantaj, căci cu cât racordarea parabolică, ce face trnziția de la linia dreaptă la arcul de cerc al curbei, va fi mai mare, cu atât și intrarea vehiculelor în curbă va fi mai puțin sensibilă.

În formulile ultimei circulari germane de cale ferată (1909) se ia raportul:

$$\frac{l}{h} = 600 \quad (10)$$

și chiar se recomandă că: «lungimea rampei supra înălțării trebuie, dacă se poate, să nu fie mai puțin de 600 ori supraînălțarea; mai puțin ca de 300 ori în nici într'un caz». (V. Sarrazin 1921 pag. 74).

În această circulară nouă, supraînălțarea h este dată de expresia (5) în care h crește în raport direct cu V .

Construind grafic diagrama, ce dă valorile supra-

înălțării h , pentru diferitele viteze, se obține după circulara C. F. R. o curbă parabolică (v. Planșa I) iar după circulara nouă Germană o dreaptă, care întretaie pe prima curbă în punctul A' care dă $V = 42,3$ km/oră, ea și în cazul supraînălțării; acest punct fiind independent de valoarea lungimi razei. Examinând diagramele acestea vedem, că pentru viteze mai mari de 42,3 km/oră, lungimile racordărilor C. F. R. sunt mari decât la C. F. Germane după vechile formule.¹⁾ Cu formula nouă însă, (10) sau după tabloul de mai jos dat în circulara germană nouă, racordările C. F. R. rămân mult mai scurte.

De oare-ce, de la această viteză în sus, lungimea racordărilor parabolice date de circulara C. F. R. au o valoare intermediară aproape, între vechile și noile formule Germane, rezultă că *până când se va putea aplica definitiv noi formule, pentru lungimea racordărilor, se poate păstra valorile actuale, punând în loc de formula (9) formula :*

$$l = c \cdot h \quad (11)$$

în care: $c = 7,08 \cdot V \quad (12)$

rămânând, ca atunci când se va retrasa curba să i se aplice, fie formula (10), fie tabloul de mai jos.

Aceasta este necesar, de oarece lungimea l a racordării parabolice, nu se poate schimba de cât deplasând prin translație întreagă curba cu o cantitate:

$$m = \frac{l^2}{24 R} \quad (13)$$

și care deci este o funcțiune de l .

Se va adopta dar o soluție tranzitorie, în ceiace privește racordarea parabolică, păstrând vechia formulă. însă sub o formă nouă diferită; care să permită micșorarea supraînălțării la valoarea definitivă. Această tranziție se poate face astfel:

Pentru curbile liniilor existente în exploatare și care nu se retrasează, se va păstra în întregimi formulile vechi ale C. F. R. până la vitezele de 40 km/oră inclusiv, de aci înainte se vor aplica formulile :

¹⁾ Date în *Bulet. Soc. Polit.* 1916 pag. 114, cu care am calculat tabloul și abacele respective.

$$\begin{aligned} h &= \frac{V}{2 R} \\ l &= 7,08 \frac{V^2}{2 R} \\ d &= \frac{l^2}{6 \cdot R} \\ m &= \frac{d}{4} \end{aligned} \quad (14)$$

Cu aceste formule s-a calculat tabloul I și construit graficul Planșa IV.

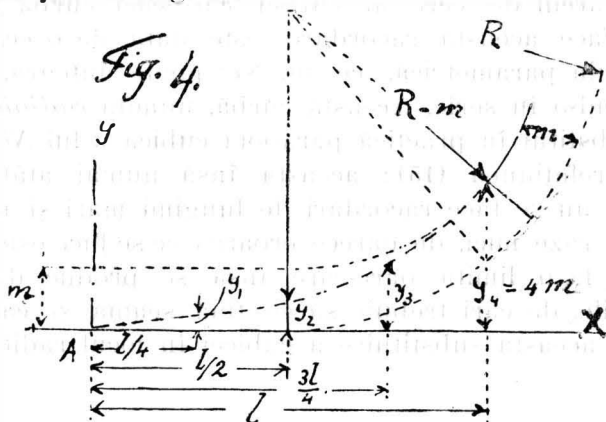
În același timp, evident, că se poate dispune retrăsarea curbilor existente, în limita posibilităților, aducându-se la noul tip de racordare și anume:

Pentru curbile liniilor noi, ce se construiesc sau se retrasează, nu se mai variază lungimile racordări parabolice, după viteză și rază, ci se păstrează trei feluri de lungimi constante: 40 m., 60 m. și 80 m. Aceste lungimi fiind mai mari, ca cele scoase din formulele (9) sau (10), tranziția de la aliniamentul drept la curbă, va fi mai puțin sensibil, căci racordarea parabolică desfășurându-se pe o lungime mai mare, de cât în formula strict teoretică:

$$y^3 = 1800 R \cdot h \cdot x, \quad (15)$$

razele de curbura, ale arcului parabolic de racordare, se vor apropia mai mult, la extremitățile sale, de cele ale liniilor cu care se racordează (adică $q = \infty$ pentru aliniatul drept și $q = R$ pentru arc de cerc).

Tabloul, ce va trebui adoptat este cel următor, adoptat și de căile ferate germane în care am introdus corecția ce arat mai jos (v. Fig. 4):



Raza curbi R^m	Lungimea racordării para- bolice	Depla- sarea m a arcului de cerc	Ordonanțele y ale arcului de racordare, la distanțele			
			$\frac{1}{4}l = y_1$	$\frac{1}{2}l = y_2$	$\frac{3}{4}l = y_3$	$l = y_4$
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
300	80	0.889	0.056	0.444	1.500	3.561
350	»	0.762	0.048	0.381	1.285	3.057
375	»	0.701	0.044	0.356	1.200	2.847
400	»	0.667	0.042	0.333	1.125	2.670
450	»	0.593	0.037	0.296	1.000	2.374
475	»	0.561	0.035	0.281	0.947	2.246
500	60	0.300	0.019	0.150	0.506	1.200
550	»	0.273	0.017	0.137	0.460	1.091
600	»	0.250	0.016	0.125	0.422	1.000
650	»	0.231	0.014	0.115	0.389	0.924
700	»	0.214	0.013	0.107	0.362	0.857
800	»	0.188	0.012	0.094	0.316	0.750
900	»	0.167	0.010	0.083	0.281	0.667
1000	»	0.150	0.009	0.075	0.253	0.600
1500	40	0.044	0.003	0.022	0.075	0.178
2000	»	0.033	0.002	0.017	0.056	0.133
2500	»	0.027	0.002	0.013	0.045	0.107
3000	»	0.022	0.001	0.011	0.038	0.088

Curbă parabolică dată de ecuațiunea (15) nu face teoreticește o racordare absolut exactă între aliniamentul drept și arcul de cerc al curbei căi, căci curba exactă, care ar face această racordare, este dată de o ecuațiune diferențială parametrică, ce nu se poate integra, de cât dezvoltând-o în serie. Această curbă, numită *radioidă*, i se poate substitui în practică parabola cubică a lui *Nördling*, dată de relațiunea (15); aceasta însă numai atâta timp, timp, cât nu se face racordări de lungimi mari și nu sunt curbe cu raze mici, de oarece eroarea ce se face este foarte mică. De la o limită oare-care însă se produc diferențe apreciabile, de cari trebuie să se țină seamă și care provine din această substituire a cubicei în locul radioidi.

Dacă, Y_c este ordonată arcului de cerc, în punctul de racordare cu curba parabolică și Y_p ordonată acesteia din urmă, în punctul de tangență cu arcul de cerc, găsim atunci, scriind ecuațiunile cercului și a parabolei cubice și făcând diferența, că:

$$Y_c - Y_p = m \frac{x^2}{24 R} + \frac{x^4}{128 R^3} \dots$$

După Nördling însă: $m = \frac{x^2}{24 R}$.

așa că:

$$Y_c - Y_p = \frac{x^4}{128 R^3} \dots$$

adică o serie pe care, dacă o limităm la primul său termen, ne dă eroarea ϵ , cu care se face racordarea parabolică în punctul de tangență al arcului de cerc cu curba parabolică de racordare, adică:

$$\epsilon = Y_c - Y_p = \frac{x^4}{128 R^3} \quad (15)$$

Pentru racordări de lungime $l = 40$ sau 60 m., această eroare este mai mică de 1 m. m. și deci neglijabilă.

Pentru $l = 80$ m. găim însă următoarele valori:

$R = 309$ m.	350	375	400	450	475 m.
$\epsilon = 0^m,0118$	$0,0074$	$0,006$	$0,005$	$0,004$	$0,003$

Luând valoarea $\epsilon/2$ corespunzătoare razelor și adăugând-o la valorile respective ale tabloului de mai sus, care cuprinde numai ordonatele Y ale parabolei de racordare, obținem:

Pentru $R = 300$ m.	350	375	400	450	475 m.
$Y_1 = 3^m,562$	$3,057$	$2,847$	$2,670$	$2,374$	$2^m,246$

în loc de valorile Y_1 date în tablou.

În acest mod se corectează în parte această eroare făcând-o mai mică de 5 m. m., ceea-ce în practică nu joacă mare rol.

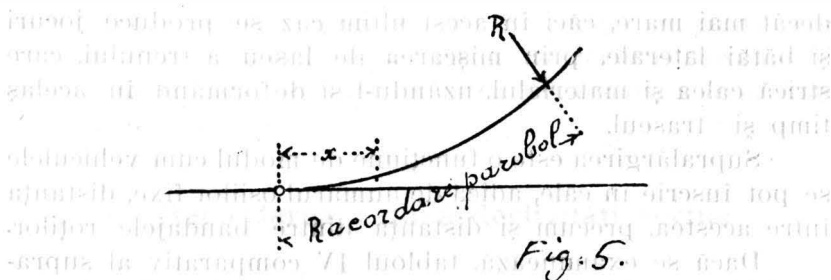
Din punct de vedere practic, aceste lungimi fixe, pentru racordarea parabolică, are marele avantaj, că nu mai este necesar a se face calcule și tablouri variate pentru toate liniile, cum a fost până acuma, când fiecare porțiune de linie avea tablourile sale speciale, pentru aceste racordări. Aceste tablouri, fiind date șefilor de echipă și picherilor, totdeauna se producea încurcături și greșeli iar atunci, când vitezele trenurilor creștea, întreaga curbă trebuia retrasată spre a-i face, pe lângă înălțarea h , și racordarea respectivă l , care fiind dată de formula (9) sau chiar (10) era funcțiune liniară de h și deci variabile cu V . Pentru serviciul de întreținere acest lucru fiind simplificat este o mare ușurință.

Din observații personale am constatat, că lungimile racordărilor date în circulara C. F. R. nu se pot menține mai nici odată, mai ales la liniile grele de trafic intens. Aceste racordări se lungesc prin trecerea trenurilor după câțva timp, când curba și-a căpătat o stare de echilibru cunoscută sub expresia de *așezarea curbei* și care stare este o funcțiune de foarte multe elemente, ce scapă calculului în mare parte.

III. Supralărgirea.

În general supralărgirea admisă de circulară C. F. R. este dintre cele mai mari, față de celelalte țări. Dacă se mai adaogă și supralărgirea provenită prin supraînălțarea exagerată, a aceleiași circulări, atunci după cum am arătat la Cap I, se obține o supralărgire totală inadmisibilă. Nu mai circulara Austriacă ne întrece.

Supralărgirea trebuie să înceapă din acel punct al racordării, dela care raza de curbura începe să atingă limita dela care trebuie să se dea această supralărgire, După ultimele circulări, această rază limită, este de 1000 m. iar după altele 500 m. În această ipoteză a limitei $R=1000$ m. găsim, că distanța x (v. Fig. 5), dela capul racordării para-



bolice și de la care trebuie să înceapă supralărgirea, pentru diferite raze, este:

$R = 300—600 \text{ m.}$ 650 700 750 800 900 1000 m.

$x = 12 \text{ m.}$ 13 14 15 16 18 20 m.

Se va putea lua, în general, până la 600 m. inclusiv, $x = 12 \text{ m}$ iar de aci și până la $R = 1000 \text{ m}$ $x = 7 \text{ m}$. Adică pentru considerațiuni practice, se ia o medie a diferitelor distanțe corespunzătoare razelor respective. Eroarile, dintre aceste cifre medii și valorile limite exacte, nu sunt însă mari, de oarece cei câțiva milimetri în plus sau minus în traseul supralărgiri nu joacă nici un rol în practică. O curbă, după ce s-a trasat exact și s-a executat, când se dă în circulație totdeauna suferă schimbări și modificări relativ destul de mari, căci dânsa se aranjează și se potrivește dela sine sub influența circulațiuni vagoanelor și mașinilor. Pe liniile cu circulație mare și curbe pronunțate, dacă vitezele sunt mari, aceste schimbări sunt foarte sensibile. De exemplu, pe linia Ploești—Predeal, în special pe distanța Comarnic—Predeal, unde sunt pante până la 24 mm. și curbe chiar sub 300 m., mi s-a întâmplat să văd, după câteva tururi ce au circulat, o curbă trasată exact, să se modifice complet, în special în ce privește lungimea de racordare, ca și forma arcului, care nu mai corespunde cu arcu de parabolă cubică ce se dăduse.

O ridicare imediat făcută, arăta cu totul altă curbă ce convenea de altfel mult mai bine situațiunei. In ceea ce privea supralărgirea nu erau însă diferențe prea mari.

În general supralărgirea este mai bine să fie mai mică

decât mai mare, căci în acest ultim caz se produce jocuri și bătaii laterale, prin mișcarea de laseu a trenului, care strică calea și materialul, uzându-l și deformând în acelaș timp și traseul.

Supralărgirea este o funcțiune de modul cum vehiculele se pot înscrie în cale, adică de numărul osiilor fixe, distanța între acestea, precum și distanța dintre bandajele roților.

Dacă se examinează, tabloul IV comparativ al supralărgirilor admise de diferitele administrațiuni de cale ferată, care făceau parte din *Verein-Deutscher-Eisenbahn-Verwaltung*, atunci vedem, că putem reduce diferitele supralărgiri, la trei tipuri și anume: de 5 mm., 15 mm. și 25 mm. În acest mod, se menține și spiritul circularii Serviciului de Intreținere din Reg. I, No. 979/1920 dată de D-I Inginer M. Ottulescu (cari prevede însă patru tipuri) justificate de cerințele Uzinei de creuzotat, simplificând în acelaș timp orice calcul.

Se poate deci adapta:

pentru raze mai mici de 300^m. exclusiv supralărgirea de 25^{mm}.

» » între 300—600 » » 15 »

» » » 600—1000 inclusiv » » 5 »

» » mai mari de 1000^m. nici o supralărgire.

Cifrele scoase de noi în regula de mai sus, sunt niște medii a ultimelor circularii, ținute la curent și arătate în tabloul IV. În toate acestea s'a avut în vedere mai ales vagoanele cu trei osii, care se înscrie cel mai dificil în curbe și de care acum avem foarte multe. Cum aceste vagoane îndeplinesc condițiunile cerute de Uniunea C. F. (Technische Vereinbarungen des Vereines Deutscher Eisenbahn Verwaltung), circulariile citate în tablou, după care propunerile, se impun dela sine.

Dacă comparăm acuma supralărgirile admise de noi, cu cele din vechea circulară C. F. R. atunci cea mai mare nepotrivire avem în cazul razei $R=600$ m. Supralărgirea după circulara C. F. R. este în acest caz 20 mm. iar după propunerea ce facem numai 5 mm. Diferența ar fi de 15 mm. care se poate admite, chiar dacă circulara C. F. R. ar fi fost bine calculată și ar mai corespunde materialului de azi, ceea ce însă nu este cazul. La curbele de pe linile pe

care circulă vehicule grele și cu viteze mari, și în special vagoane lungi, mișcările de laseu cu jocurile laterale și bătaile, provenite din supralărgirea prea mare a linii, sunt extrem de sensibile,

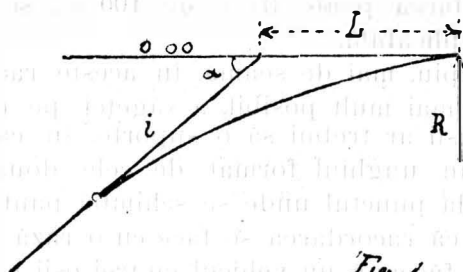
IV. Racordarea a două declivități vecine.

În circulara C. F. R. actualmente în vigoare, această racordare o face după o parabolă ¹⁾.

În congresul de cale ferată din 1900 din Paris, se admisesse ca această racordare să fie făcută după un arc de cerc cu raza 5000 m. După cum am arătat în articolul publicat în Bulet. Soc. Polit. ¹⁾ din 1916, parabola dată de circulara C. F. R. corespunde destul de exact, pe lungimea pe care se intercalează, cu arcul de cerc de raza 5000 m.; rezultă dar, că adaptarea acestei racordări circulare în locul celei parabolice se impune, cu atât mai mult cu cât și serviciile de construcțiuni de cale ferată s-au servit și se servește de acest fel de racordare.

În unele administrațiuni de cale ferată se ia și raze mai mari, chiar până la 15000 m.

Ceeace are importanța, din punct de vedere al tra-seului, este lungimea L_t a tangentei, pe care se face această racordare. Dacă notăm cu i diferența de pantă dintre două declivități vecine, adică pun $\operatorname{tg} \alpha = i$ (v. Fig. 6.) atunci:



$$L_t = \frac{R}{2} \cdot i \quad (16)$$

¹⁾ Vezi Bulet. Soc. Politec. 1916, pag. 229.

R fiind raza cercului după care se face racordarea. Pentru diferite valori ale lui R și i obicinuită în practică avem următorul tablou:

R	i	I_a
5000	0.001	2.50
	0.005	12.50
	0.030	75.00
10000	0.001	5.00
	0.005	25.00
	0.030	150.00
15000	0.001	7.50
	0.005	37.50
	0.030	225.00

Raza de 5000 m. pe lângă faptul, că păstrează aproape o stare anterioară, ne mai dând naștere la noi lucrări de rectificare, dar permite și o racordare mai în scurt, așa că se poate aplica pentru orice lungimi de rampe, cât de scurte. În cazul racordărei cu raza $R = 15000$ m., lungimea pe care se face racordarea poate trece de 100 m., și deci nu totdeauna este aplicabilă.

Ca principiu, mai de seamă, în aceste racordări, este reducerea cât mai mult posibil, a săgeței pe care un vehicul cu trei osii ar trebui să o suporte, în cazul trecerii vagonului prin unghiul format de cele două declivități vecine, adică la punctul unde se schimbă panta.

În cazul că racordarea se face cu o rază $R = 5000$ m., săgeată ce ar făceauă un vehicul cu trei osii, construit bine înțeles după prescripțiunile Uniunii de căi ferate (Techn. Ver.), este $f = 1^{\text{mm}},3$ iar pentru o rază $R = 15000$ m. $f = 0^{\text{mm}},4$. Având în vedere modul de construcție al vagoanelor și în general al vehiculelor de cale ferată, diferența de săgeată $f - f = 1,3 - 0,4 = 0^{\text{mm}},9$ este inapreciabilă. Chiar dacă ar fi

de 10 ori mai mare și totuși nu prezintă nici un pericol, căci arcele și resorturile ce susține șasiul vagoanelor, permite tasări de câți-va centimetri, fără mare inconvenient; în practică, după cum am avut ocazie să constat foarte des, se poate merge cu tasări până la 4^{ctm.}— 5^{ctm.} cu ușurință.

Din aceste motive cred că *să poate recomanda la noi, ca declivitățile vecine să se racordeze printr'un arc de cerc cu raza de 5000 m.*

În acest caz lungimea pe care se va face această racordare, socotită dela vârful unghiului ce-l face cele două declivități, este dat de formula (16) transformată adică:

$$L \times 25000 \text{ m.} \times i \quad (17)$$

Cu această formulă putem face tabloul următor:

$i = 0.001$	0.005	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030
$L = 2,50$	12,50	25,00	37,50	50,00	62,50	75.00 m.

Aceste patru capitole, din instrucțiunile cu privire la traseu linii, dacă se vor modifica astfel după cum am expus mai sus, motivate în mod elementar și fără alte detalii mai de amănunt, ar înlesni foarte mult execuția lucrărilor. Personalul nostru inferior, în special picheri, ar putea ușor să-și verifice singuri curbele, căci datele sunt cuprinse în tablourile anexe. Pe de altă parte curbile s-ar putea menține mai bine și mai mai mult timp decât se mențin acum, dacă se micșorează supraînălțarea și supra-lărgirea liniilor în curbe.

Aceste capitole formează un punct important în ceea ce privește întreținerea căi și dacă se are în vedere liniile din teritoriile alipite, din Ardeal, Bucovina, Basarabia, unde au fost până acuma dispozițiuni variate, atunci este bine a se ține seamă de cele mai sus expuse.

La reuniunea de la Viena din anul acesta, a Uniunii Internaționale de căi ferate, delegațiunea română, (D-nul Ing. șef Th. Balș și subsemnatul) a propus studierea spre unificare a acestor norme, înaintând cererea de mai la vale:

No. 60 U.I.C./C.F.R. *Vienne, le 5 Juin 1923.*
5^{eme} Commission.

**A Monsieur le Secrétaire General,
de l'Union Internationale des chemins de fer**

Objet : Unification des éléments de calcul des ponts métalliques et des voies, pour obtenir une circulation illimitée des véhicules.

Comme suite à notre demande de vouloir-bien mettre à l'ordre du jour de la prochaine réunion de la 5^{eme} Commission de l'U.I.C. la question de l'unification des éléments de calcul des ponts métalliques et des voies, pour obtenir une circulation illimitée des véhicules, nous avons l'honneur de vous soumettre ci-dessous quelques remarques que nous avons à faire relativement à cette question :

Nous croyons qu'il serait nécessaire de préciser et compléter la question ci-dessus, telle qu'elle a été rédigée, en ce qui concerne la voie, en vue d'établir les points suivants, qu'il serait, croyons-nous très utile de fixer, en vue de la situation actuelle ou, dans beaucoup de pays, les voies doivent être en grande partie refaites :

I) *Fixation d'une limite inférieure de type de rail et de pose de voie, au-dessous de laquelle aucune voie destinée au trafic international ne devra descendre.*

Il semble en effet nécessaire de fixer ce point étant donnée l'augmentation continuelle de poids des véhicules destinés au trafic international, et le fait que la voie doit assurer la sécurité de la circulation de ces véhicules.

II) *Fixation d'une limite supérieure rationnelle de type de rail, qui pourrait être recommandé aux Administrations qui doivent reconstruire certaines de leurs voies en vue du trafic international.*

Par suite de la modification politique et économique

de l'Europe, comme consequence de la guerre, certaines voies qui n'avaient avant la guerre qu'une importance secondaire, sont devenues aujourd'hui des ligne principales. Ces lignes sont ou seront bientot reconstruites.

Nous croyons utile de recommander l'emploi d'un type de rail et de pose de voie qui permette le developpement du trafic dans l'avenir, dans les limites d'augmentation de poids des wagons et des locomotives qu'on peut prevoir aujourd'hui.

III) *Unification du tracé des voies dans les courbes, c'est-a-dire etablissement du surécartement, du surhaussement et du raccordement entre les courbes et les alignements droits.*

Les voitures et wagons destinés au trafic international devant pouvoir s'inscrire dans des courbes dont les surécartements et surhaussements sont aujourd'hui variables suivants les pays, pour un meme rayon, nous croyons utile d'établir des regles communes pour la fixation de ces éléments, ce qui serait également utile pour la determination des conditions d'établissement des vehicules, car la diversité actuelle des bases d'établissement des courbes peut conduire à la construction des vehicules dont la circulation dans les courbes d'une autre Administration peut etre defectueuse.

D'autre part, beaucoup d'Administrations utilisent pour les calculs d'établissement des courbes, des formules anciennes, qui ne correspondent plus à la situation actuelle, en ce qui concerne les poids des vehicules et leurs vitesses de marche.

Certaines Administrations donnent à la voie des surécartements tres importants, d'autres au contraire tres petits, pour un meme rayon. Dans les deux cas le materiel roulant et la voie elle-meme sont soumis à des efforts supplementaires qu'on ne peut prevoir lors dela construction des vehicules ou de la voie.

La pratique a demontré, dans certains cas, la manière dont on devrait modifier les formules.

Nous croyons donc qu'il serait necessaire de recommander — sinon d'imposer — certaines regles en ce qui concerne l'établissement des courbes, en mettant à profit

les observations faites à cet égard par les diverses Administrations.

Nous vous prions donc, sur la base des considerations qui précèdent, de vouloir-bien decider ou soumettre à qui de droit si celles-ci peuvent faire partie de la question generale mise à l'ordre du jour, ou bien si elles devraient constituer des questions separées qui pourraient être examinées.

Veuillez agreer, Monsieur le Secretaire General, l'assurance de notre consideration la plus distinguée.

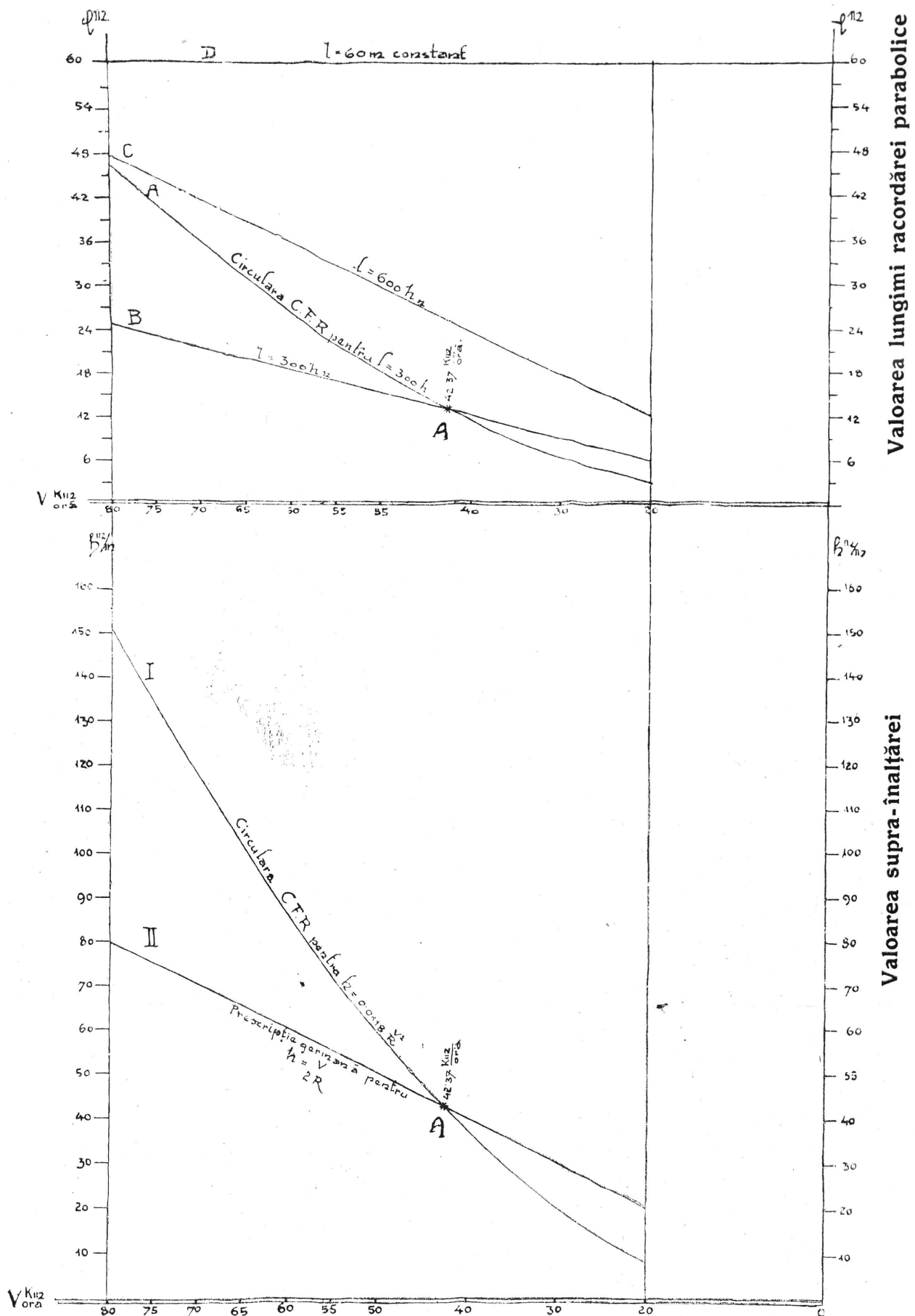
*La Delegation des Chemins de Fer
de l'État Roumain
5ème Commission de l'U. I. C.*

(ss) **Th. Balș, V. Stoïka.**



G r a f i c

comparativ pentru valorile supraînălţărilor h şi lungimi l
a racordărilor după circulare C. F. R. şi prescripţiunile germane
pentru $R^m = 500$.



Legenda: I = curba supraînălţării după formulă $h = 0.0118 \frac{V^2}{R}$

II = linia supraînălţării după formulă $h = \frac{V}{2R}$

A = linia lungimilor racordărei parabolice după formula $l = 300 \times 0.0118 \frac{V^2}{R}$ (Circulara C. F. R.)

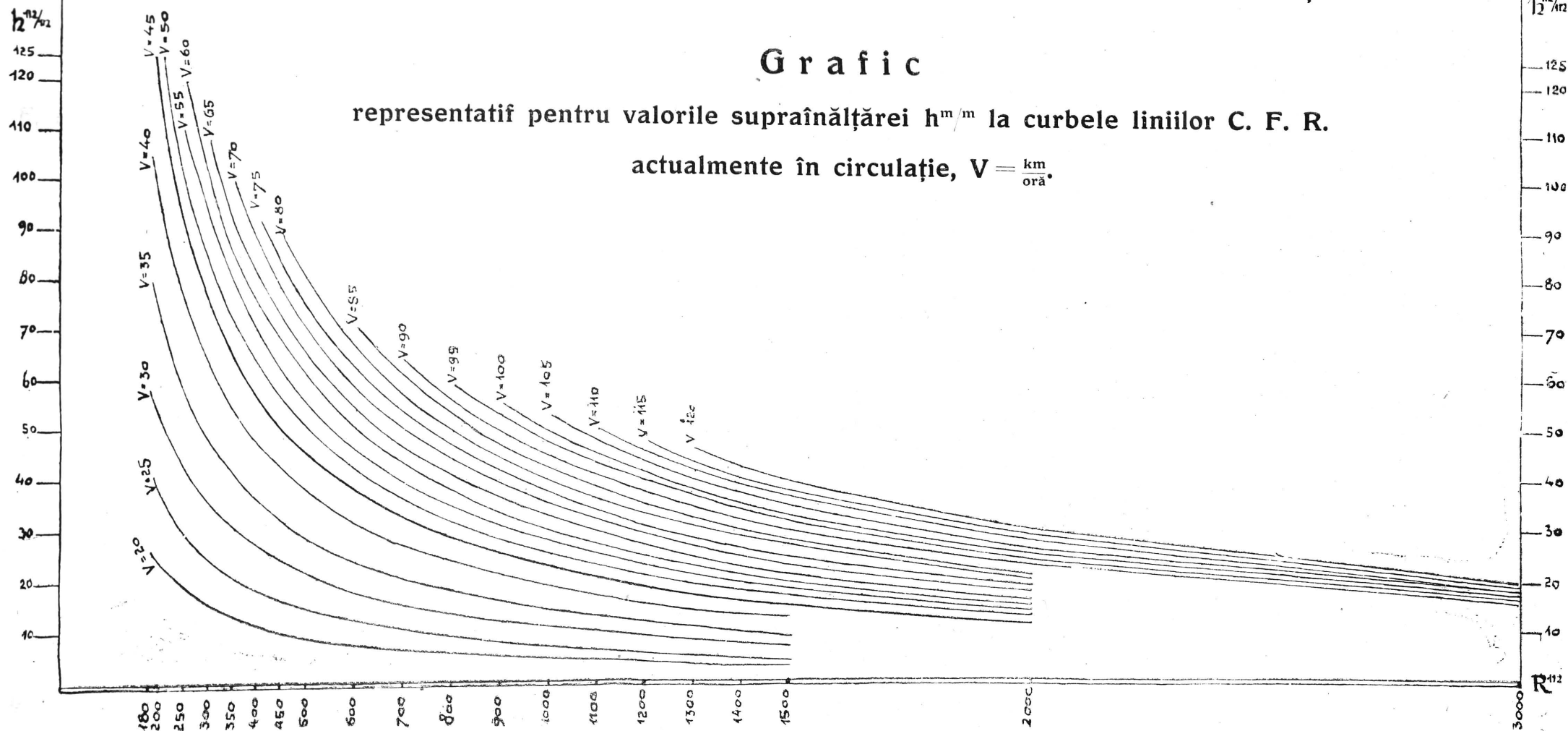
B = linia lungimilor racordărei parabolice după formulă $l = 300 \frac{V}{2R}$ (Prescripţii germane v. «Hütte» 1920)

C = linia lungimilor racordărei parabolice, după formulă $l = 600 \frac{V}{2R}$ (Prescripţii germane noi)

D = linia lungimeii curbei de racordare după formulă $l = 60m$ constant (după ultimele prescripţii germ. pentru liniile noi în construcţie).

G r a f i c

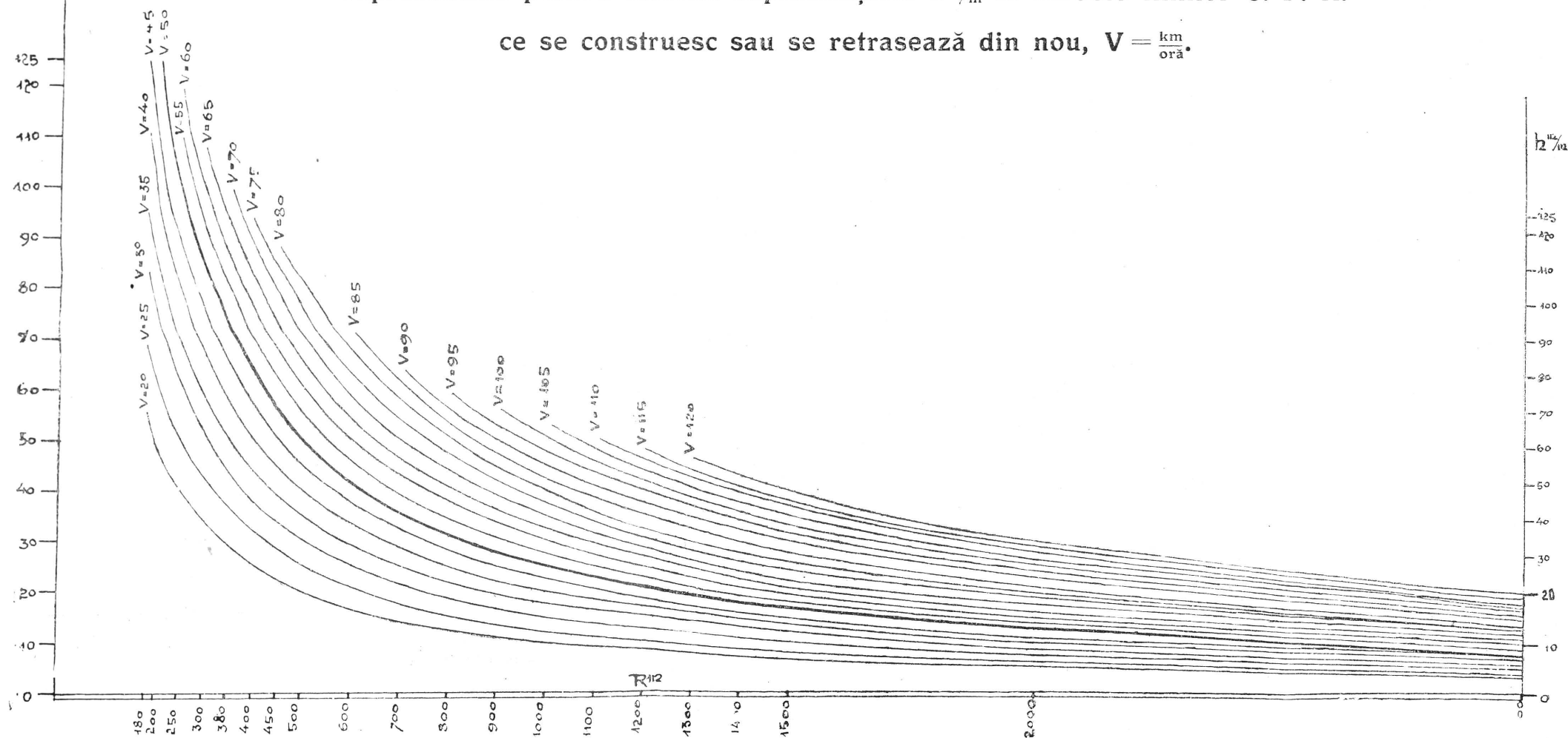
representativ pentru valorile supraînălţării h^m/m la curbele liniilor C. F. R.
actualmente în circulaţie, $V = \frac{\text{km}}{\text{oră}}$.



G r a f i c

representativ pentru valorile supraînălţării h^m/m la curbele liniilor C. F. R.

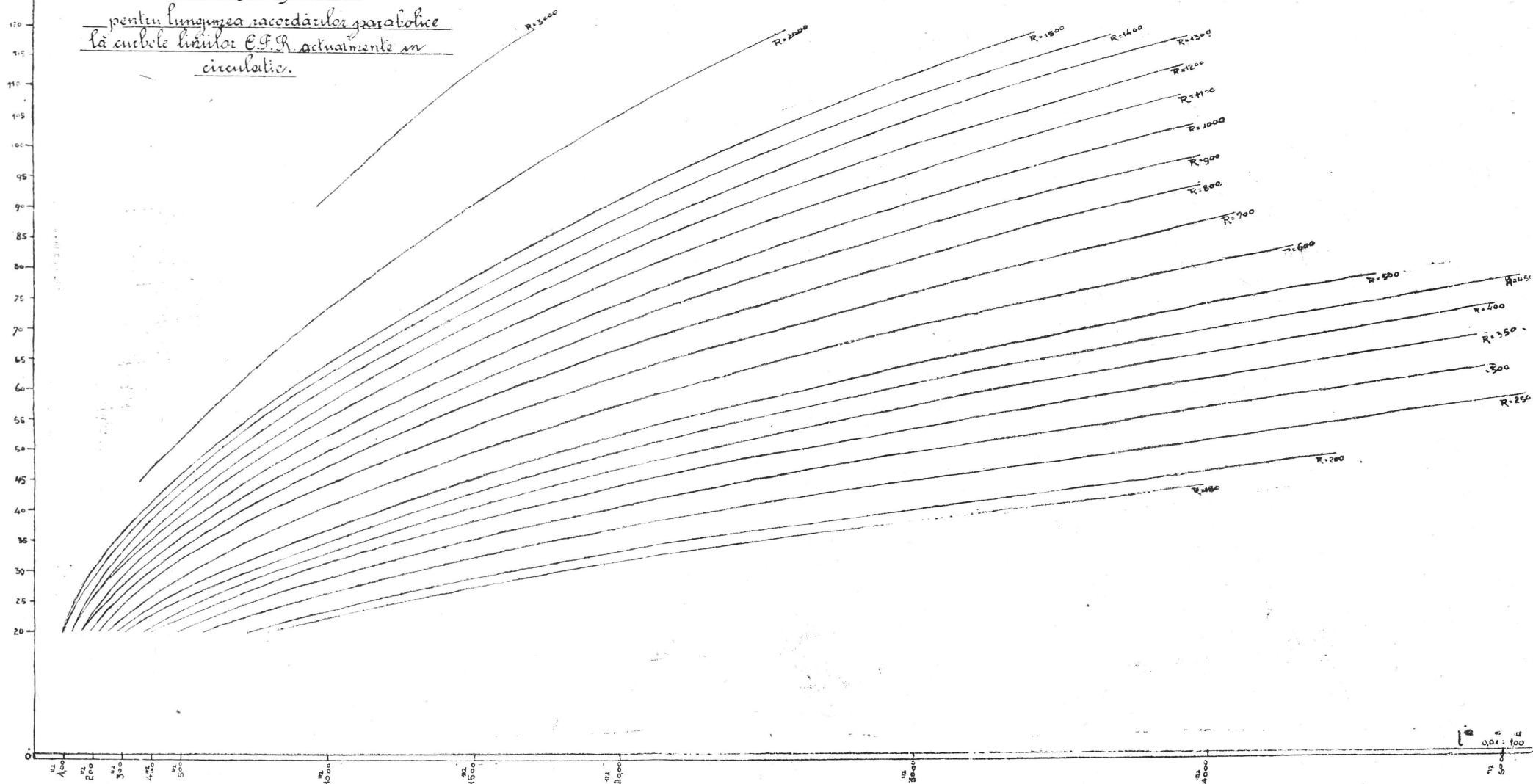
ce se construiesc sau se retrasează din nou, $V = \frac{\text{km}}{\text{oră}}$.



VK₁₀₀

Planşa IV.

Grăfic
pentru lungimea racordărilor parabolice
la curbele liniilor C.F.R. actualmente în
circulație.



Supraînălțărilor și elementelor racordărei parabolice la curbele liniilor C. F. R. actualmente în circulație.

<https://biblioteca-digitala.ro>

Tabloul II.

de supraînălțările în milimetri a liniilor în curbe,
ce se construiesc sau se retrasează din nou.

Razele curbelor în metri	Viteza în $\frac{\text{km.}}{\text{ora}}$																						Razele curbelor în metri
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120		
180	56	69	83	95	111	125																	180
200	50	63	75	88	100	113	125																200
250	40	50	60	70	80	90	100	110	120														250
300	33	42	50	58	67	75	83	92	100	110													300
350	29	36	43	50	57	64	71	79	86	93	100												350
400	25	31	38	44	50	56	63	69	75	81	88	95											400
450	22	28	33	39	44	50	56	61	67	72	78	83	90										450
500	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80										500
600	17	21	25	29	33	38	42	46	50	54	58	63	67	70									600
700	14	18	21	25	29	32	36	39	43	46	50	54	57	61	65								700
800	13	16	19	22	25	28	31	34	38	41	44	47	50	53	56	60							800
900	11	14	17	19	22	25	28	31	33	36	39	42	44	47	50	53	55						900
1000	10	13	15	18	20	23	25	28	30	33	35	38	40	43	45	48	50	55					1000
1100	9	11	14	16	18	20	23	25	27	30	32	34	36	39	41	43	45	48	50				1100
1200	8	10	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42	44	46	50			1200
1300	8	10	12	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	38	40	42	44	45		1300
1400	7	9	11	13	14	16	18	20	21	23	25	27	29	30	32	34	36	38	39	41	45		1400
1500	7	8	10	12	13	15	17	18	20	22	23	25	27	28	30	32	33	35	37	38	40		1500
2000	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	21	23	24	25	26	28	29	30		2000
3000	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		3000

Tablou IV

De supralărgirile adoptate în diferitele circulări și media lor generală

Raza curbei metr.	Circulara C.F.R. 82560 1894 11572		Circulara Serv. L. R. g. I C.F.R. 2 979 L/1920		Circulara Prusiana		Hütte For. 7000-12 R		Formul. Austriacă		Techn. Verein barung. ach. 6000-12 R		Formula obișnuită anterior în trecut 0.03(1000-R)		După Ober- bau-Buch prusian (1000-R) ² 3000		Supra lărgirea m.m. E	Observații
	m.m. E	Media a	m.m. E	Media b	m.m. E	Media c	m.m. E	Media d	m.m. E	Media e	m.m. E	Media f	m.m. E	Media g	m.m. E	Media h		
100	a	a	b	b	30	c	d	d	30	e	f	f	27	g	27	h	f	$E = \frac{a+c+d+e+f+g+h}{7} \approx 25$
150	31.5				27								26		24			
180	25	28		25		25	27	25		29	21	25	25	25	22	23	m.m.	
200	25				24		23				18		24		21		25	
250	25		25		21		16				12		23		19			
300	25																	
325	23				18		10				6		20		15			
350	23	23		22		16	8	9	28	25	5	5	20	18	14	13	15	$E = \frac{\sum a^k}{7} \approx 15$
400	23				15		6		24		3		18		12			
500	21				12		2				0		15		8			
600	20		20		9		0						12		5			
700	18				6			12					9		3			
800	16	15		16	3	4		0		14		0	6	6	1	2	5	$E = \frac{\sum a^h}{7} = 5$
900	13		10		0								3					
1000	9.5								8				0					
1100	6																0	
1200	3																0	
1300	0																	
1500									4									

